**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Suplementação energética de bovinos mantidos em pastagens tropicais com diferentes estratégias de manejo e seus efeitos sobre o consumo de forragem, comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos

Murilo Garrett Moura Ferreira dos Santos

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciências. Área de
concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2015**

Murilo Garrett Moura Ferreira dos Santos
Médico Veterinário

**Suplementação energética de bovinos mantidos em pastagens tropicais
com diferentes estratégias de manejo e seus efeitos sobre o consumo de
forragem, comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientado:
Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciências. Área de
concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Santos, Murilo Garrett Moura Ferreira dos

Suplementação energética de bovinos mantidos em pastagens tropicais com diferentes estratégias de manejo e seus efeitos sobre o consumo de forragem, comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos / Murilo Garrett Moura Ferreira dos Santos. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.
67 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Bovinos de corte 2. Suplementação energética 3. Manejo do pastejo 4. Ingestão de forragem 5. Pastagem tropical I. Título

CDD 636.213
S237s

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O autor"

**A Ari Crispiniano Ferreira dos Santos e a Maria Moura Santos, meus pais
e a meus irmãos Mauricio Kit Santos e Maria Lizzia Santos**

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente A Deus, pelo dom da vida e por mais este sonho realizado.

Aos meus pais por terem me permitido essa oportunidade pois sem eles a conclusão ficaria muito mais difícil.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) por me proporcionar um excelente treinamento acadêmico, e me capacitar para que eu possa continuar meu desenvolvimento profissional.

Ao Prof. Flávio Augusto Portela Santos por ter acreditado e aceitado esse desafio.

Aos amigos João Dórea e ao Luiz Dell Agostinho pelas conversas, conselhos e ajuda, que me auxiliaram no desenvolvimento deste projeto.

Aos meus colaboradores e amigos do Nutribov - Diogo Fleury, Jonas, Fernanda, Lucas chagas, Carol, Humberto, Camila.

A todos os estagiários do Nutribov que contribuíram e nos auxiliaram em todos os trabalhos.

Aos amigos do CPZ (Clube de Práticas Zootécnicas) do Departamento de Zootecnia, Tltanik, Deucja, Semkina, Capataz, Natrave, pela ajuda na montagem dos experimentos de campo e amizade.

Aos integrantes do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, Carlos César Alves, pelo apoio nas análises e compreensão as minhas falhas com os utensílios.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia – Ruminantes, pela ajuda nos trabalhos de campo.

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Muitíssimo obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	17
2.1 Valor nutricional das forragens tropicais.....	17
2.2 Influência do manejo do pastejo no consumo de forragem.....	19
2.3 Interação entre qualidade da pastagem, doses e fontes de suplemento energético utilizados durante o período das águas.....	20
3 MATERIAL E METODOS.....	29
3.1 Área experimental.....	29
3.2 Manejo do pasto.....	30
3.3 Período experimental, animais e tratamentos.....	30
3.4 Parâmetros avaliados.....	32
3.4.1 Amostragem do pasto e do concentrado.....	32
3.4.2 Parâmetros ruminais.....	34
3.4.3 Parâmetros sanguíneos.....	35
3.5 Avaliação do consumo voluntário.....	36
3.5.1 Cálculos do consumo voluntário.....	37
3.6 Comportamento ingestivo animal.....	38
3.7 Delineamento experimental.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Composições bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteína.....	39
4.2 Massa de forragem e composição morfológica.....	42
4.3 Consumo de forragem, total e de nutrientes estimados com o uso de oxido de cromo.....	44
4.4 Comportamento animal.....	48
4.5 Parâmetros ruminais: pH, amônia, glicose plasmática e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no liquido ruminal.....	49
5 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

RESUMO

Suplementação energética de bovinos mantidos em pastagens tropicais com diferentes estratégias de manejo e seus efeitos sobre o consumo de forragem, comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação energética com dose baixa de milho moído (0 x 0,3% do PC) sobre o consumo de forragem, o comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos (ruminais e sanguíneos) em bovinos da raça Nelore, mantidos em pastagem de capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu, submetida à duas estratégias de manejo, 25/15cm x 35x21cm como alturas de entrada/saída dos pastos respectivamente. Foram utilizados 8 novilhos Neloeres com cânulas no rumen, com PC médio de 414 kg $\pm$ 10,32. Foram utilizados 2 quadrados latinos 4X4 simultaneamente. Os animais foram alocados em 2,4 ha de pastagem de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foram estudados 2 níveis de suplementação energética (milho moído) e 2 estratégias de manejo do pastejo: T1) não suplementado e manejo 25/15 cm (alturas pré e pós-pastejo respectivamente); T2) suplementado com 0,3% do PC em milho moído e manejo 25/15; T3) não suplementado e manejo 35/21 cm (alturas pré e pós-pastejo respectivamente); T4) suplementado com 0,3% do PC em milho moído e manejo 35/21 cm. Os parâmetros avaliados foram o consumo de forragem, comportamento animal, pH e amônia ruminais, concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), teores plasmáticos de glicose e digestibilidade total dos nutrientes. A suplementação com 0,3% PC causou alta taxa de substituição com tendência a redução do consumo de forragem em %PC ($P < 0,10$) e não alterou ($P > 0,05$) o consumo de MS digestível. Esse efeito foi observado independente da estratégia de manejo adotada. Entre as variáveis do comportamento animal a suplementação reduziu o tempo de pastejo ($P < 0,05$) e o manejo 25/15 resultou em maior taxa de bocado ($P < 0,01$). A suplementação não afetou o pH ruminal ($P > 0,05$), reduziu a concentração de N-NH₃ ($P < 0,05$), aumentou a proporção molar de propionato e reduziu a relação acetato:propionato ($P < 0,05$). O manejo 25/15 aumentou a proporção molar de propionato e houve tendência a reduzir a relação acetato:propionato ($P < 0,1$). A suplementação energética reduziu ($P < 0,05$) a digestão da MS da forragem, mas não ($P > 0,05$) da FDN da forragem e aumentou ($P < 0,05$) a digestão da MS da dieta. A digestibilidade da forragem e da dieta total apresentaram maior ($P < 0,05$) digestibilidade da MS e da FDN quando foram manejados com 25/15 cm. A suplementação com 0,3%PC reduz o consumo de forragem e não aumenta a ingestão de energia de bovinos em sistemas de pastejo rotacionado independente da estratégia de manejo adotada. A estratégia de manejo com bovinos de corte em pastagens de bom valor nutritivo manejadas intensivamente no período das águas promove uma praticidade no seu manejo entre o pastejo de altura com 25/15 e 35/21 cm.

Palavras-chave: Suplementação; Bovino de corte; forragem tropical; manejo de pastagens; Período das águas

ABSTRACT

Supplementation of cattle maintained in tropical grazing with various management strategies and their effects on forage intake, feeding behavior and metabolic parameters

The aim of this study was to evaluate the effects of low dose supplementation with ground corn (0 vs. 0.3% BW) on forage intake, feeding behavior and metabolic parameters (i.e. rumen and blood) in Nellore cattle grazing *Bracharia brizantha* cv. palisadegrass submitted to two management strategies (25 / 15cm vs. 35 / 21cm heights as pre-grazing/ post-grazing heights, respectively). Eight rumen cannulated bulls were used, averaging body weight (BW) of 414 kg $\pm$ 10.32 SEM. Two 4X4 Latin squares were used simultaneously. The animals were placed in 2.4 ha palisadegrass pastures. Two levels of supplementation (ground corn) and two grazing management strategies were studied: T1) unsupplemented management and 25/15 cm (height pre and post-grazing heights, respectively); T2) supplemented with 0.3% BW on 25/15 ground corn and management; T3) unsupplemented management and 35/21 cm; T4) supplemented with 0.3% BW with ground corn and 35/21 cm sward heights. The parameters evaluated were forage intake, animal performance, ruminal pH and ammonia-N concentrations of short chain fatty acids (SCFA), plasma levels of glucose and total tract digestibility of nutrients. Supplementation with 0.3% BW caused high substitution rates with reduced forage intake% BW ($P < 0.10$) and no change ($P > 0.05$) on intake of digestible dry matter. This effect was observed regardless of the pasture management strategy. Among the variables of animal behavior, the use of supplements reduced grazing time ($P < 0.05$) and the management 25/15 resulted in higher bite rates ($P < 0.01$). Supplementation did not affect ruminal pH ($P > 0.05$), reduced the concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ ($P < 0.05$), increased the molar proportion of propionate and decreased the acetate: propionate ratio ($P < 0.05$). The management 25/15 increased the molar proportion of propionate and decreased the acetate: propionate ratio ($P < 0.1$). Supplementation reduced ($P < 0.05$) digestion of forage DM, but not NDF ($P > 0.05$) and forage increased digestion of the diet DM ($P < 0.05$). The digestibility of forage and total diet had higher digestibility of DM and NDF when were managed with 25/15 cm ($P < 0.05$). Supplementation with 0.3% BW reduces forage intake and does not increase the energy intake of cattle in rotational grazing systems independent of the management strategy adopted. The management strategies of 25/15 and 35/21 cm of pre- and post-grazing heights, respectively, were effective and did not differ on overall individual performance of beef cattle grazing on good nutritional value intensively managed pastures in the rainy season.

Keywords: Supplementation; Beef cattle; tropical grass; Grazing management; Rainy season

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui extensas áreas de pastagens, em torno de 170 milhões de hectares, ocupadas com mais de 210 milhões de bovinos (IBGE, 2006). Estima-se que 97,7% dos animais abatidos no Brasil sejam manejados exclusivamente em pastagem, sendo os outros 2,29% restantes, em sua maioria, criados em pastagens em uma das fases de crescimento (ASSOCON, 2012).

O ganho de peso dos animais em pastagens é determinado principalmente pela ingestão de nutrientes, sendo esta, determinada pelo consumo e pela composição química da forragem (ALLEN, 1996). O processo de colheita da forragem pelo animal é afetado pela estrutura do dossel forrageiro (HODGSON et al., 1977) e pelas práticas de manejo de pastagens tropicais, resultando em uma estrutura favorável à colheita eficiente pelo animal. (DA SILVA et al., 2009; CARVALHO et al., 2001).

Após a colheita da forragem, esta chega ao rúmen onde o consumo de forragem passa a ser limitado pelo mecanismo físico de enchimento e distensão da parede ruminal (CONRAD et al., 1964; ALLEN, 1996). As principais características da forragem que causam enchimento ruminal são: a) o teor de FDN da forragem; b) a digestibilidade da FDN; c) a forma física; d) a fragilidade das partículas de fibra (ALLEN, 2000).

O manejo correto da pastagem propicia condições favoráveis ao consumo de forragem pelo animal, em virtude da estrutura mais favorável do dossel e do menor teor de FDN da forragem colhida (DÓREA, 2014). Entretanto, independente do quanto a pastagem é manejada corretamente, a utilização de forragens tropicais como única fonte de alimento sempre vai impedir a expressão do potencial genético de bovinos leiteiros e de corte (POPPI et al., 1995) em virtude: a) das limitações impostas durante a colheita da forragem (REIS, DA SILVA, 2006); b) do gasto energético com a atividade de pastejo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1996), e; c) do teor de FDN e da baixa fragilidade das partículas das gramíneas tropicais (ALLEN, 2000). Essas limitações impostas ao consumo de forragem restringem o desempenho e conseqüentemente a produção animal (POPPI et al., 1995).

A suplementação com alimentos concentrados constitui ferramenta eficaz para elevar o consumo de nutrientes e consequentemente o desempenho de animais em pastagens tropicais (SANTOS et al., 2014). Quando essas pastagens são bem manejadas e adubadas com nitrogênio para permitir altas taxas de lotação, o teor de proteína bruta da forragem colhida é elevado, normalmente entre 12 a 22% (SANTOS et al., 2014). Nessas condições, o desempenho de bovinos em crescimento ou em terminação, é limitado pela ingestão de energia (NRC, 1996; CORREIA, 2006). Os animais respondem à suplementação com concentrados energéticos com menor ingestão de forragem, porém, com, maior ingestão de MS total e consequentemente com maior ingestão de energia (DÓREA, 2013, 2014) e maior ganho de peso (CORREIA, 2006; COSTA, 2007, DEL AGOSTINHO NETO, 2007).

Dórea (2014) relatou interação entre manejo do pastejo e suplementação energética somente em relação ao tempo de pastejo. Em comparação com animais não suplementados, os animais suplementados com milho moído (0,6% PC) apresentaram maior redução no tempo de pastejo quando o capim Marandu foi manejado com 35 cm de altura na entrada e 15 cm na saída em comparação com o pasto manejado com 25 cm na entrada e 15 cm na saída. Entretanto, não foram observadas interações entre manejo do pastejo e suplementação com relação ao consumo de forragem, consumo total de MS e consumo de energia. Tanto o manejo com 25 cm como altura de entrada no pasto, quanto a suplementação com milho moído na dose de 0,6% do peso corporal (PC) foram estratégias eficazes para aumentar o consumo de energia pelos animais. Em um segundo estudo (DÓREA, 2014), quando a dose de milho foi de apenas 0,3% do PC, a taxa de substituição foi maior que 1:1, resultando em ausência de aumento na ingestão de energia pelos animais suplementados. Novamente, o manejo do pastejo com 25/15 cm resultou em maior consumo de forragem e de energia que o manejo com 35/15 cm.

Mezallira (2012) reportou que a taxa de ingestão de forragem em pastagens de tifton-85 permaneceu relativamente constante enquanto os animais pastejaram até 40% da altura inicial do dossel. A partir dessa altura a taxa de ingestão caiu drasticamente

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação energética com 0,3 % do PC de milho moído sobre o consumo de forragem, o comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos (ruminais e sanguíneos) em bovinos da raça Nelore, mantidos em pastagem de capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. Submetida à duas estratégias de manejo, 25 cm e 35 cm, consumindo 60% da altura de entrada com saída do pasto com 15 cm e 21 cm dos pastos respectivamente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Valor nutricional das forragens tropicais

O conteúdo de proteína bruta pode ser um bom indicador da qualidade da forragem, quando se efetua a comparação dentro de uma mesma espécie, mas não pode ser usado para a avaliação entre espécies (REIS et al., 2004). De maneira geral, o decréscimo no valor nutritivo nas forrageiras tropicais está associado às condições climáticas e de manejo, que determinam a taxa de crescimento das plantas. Quando esses fatores são negligenciados, propiciam a colheita de forragem com alta proporção de caule e baixa concentração de nutrientes, tendo como consequência, acentuada queda na digestibilidade da forragem (REIS et al., 2004).

Na Tabela 1 são apresentados valores de composição química de amostras de pastejo simulado ou do estrato pastejável de capins do gênero *Brachiaria*, colhidas em áreas tanto sob pastejo rotativo quanto sob pastejo contínuo e fertilizadas com doses entre 160 e 300 kg de N ha⁻¹ durante o período experimental.

Tabela 1 – Composição química (%MS) de amostras de capins do gênero *Brachiaria* adubados com nitrogênio

Forragem	PB,%	FDN,%	FDA,%	Kg N ha ⁻¹ (por ciclo)	Coleta de pasto	Referencia
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	12,6	57,4	34,5	200 (40,0)	Pastejo simulado	CORREIA, 2006
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	13,3	56,2	31,5	200 (40,0)	Pastejo simulado	CORREIA, 2006
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	15,3	64,3	32,1	300 (30,0)		COSTA, 2007
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	13,1	62,6	31,2	300 (45,0)	Pastejo simulado	DOREA, 2010
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	11,9	66,3	32,4	300 (45,0)	Pastejo simulado	AGOSTINHO NETO, 2010
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	15,1	54,4	26,9	180 (60,0)	Pastejo simulado	VELÁSQUEZ, 2010
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	10,0	68,0	36,8	200 (65,0)	Pastejo simulado	FUKUMOTO, 2010
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	15,7	59,0	34,8	100 (50,0)	10 cm do solo	REIS, 2013
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	14,3	60,2	35,6	100 (50,0)	10 cm do solo	REIS, 2013
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	13,0	66,0	31,2	200 (50,0)	Pastejo simulado	COSTA, 2013
<i>Brachiaria decumbens</i>	13,2	67,9	-	200	5 cm do solo	ALVES, 2008
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	11,8	72,5	41,8	300 (100,0)	Pastejo simulado	VIANA, 2011
<i>Brachiaria sp.</i> cv. Mulato	11,4	69,9	38,7	160 (53,0)	Rente ao solo	CASTAGNARA, 2011

O teor de PB das gramíneas tropicais varia em função do ponto de colheita (GEREMIA, 2013; DÓREA, 2014), da fertilidade natural do solo e principalmente da dose aplicada de fertilizante nitrogenado (JOHNSON et al., 2001).

A maioria das amostras de Brachiarias adubadas da Tabela 1 apresentaram teores de PB superiores a 11,5%, indicando a possibilidade de sobra de PDR na dieta dos animais e excesso de compostos nitrogenados excretados para o ambiente. Nesses casos a suplementação energética pode ser ferramenta eficiente não apenas para aumentar o consumo de energia e o desempenho animal (CORREIA, 2006; COSTA, 2007; DEL AGOSTOINHO NETO, 2010) como para aumentar a eficiência de uso do N pelo animal e reduzir a excreção para o ambiente (DÓREA, 2010, 2014)

2.2 Influência do manejo do pastejo no consumo de forragem

Em sistemas de produção animal em pasto se busca o equilíbrio entre alta produção de forragem de boa qualidade, colheita eficiente da forragem produzida, persistência da planta forrageira e desempenho animal, com o objetivo de se obter elevada produtividade animal. Para tanto, o acúmulo de forragem deve ser preferencialmente de folhas relativamente a colmos e material morto, favorecendo o consumo voluntário e, conseqüentemente, o desempenho animal. Práticas de controle do pastejo de gramíneas tropicais em sistema rotativo com períodos fixos de descanso têm sido criticadas por não respeitarem a fisiologia da planta forrageira e não favorecerem a colheita eficiente da forragem pelo animal (Da SILVA, NASCIMENTO Jr., 2007).

Segundo Da Silva (2004), no início do processo de rebrotação das gramíneas forrageiras tropicais, o processo predominante é o acúmulo de folhas. A partir do momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, ocorre redução da taxa de acúmulo de folhas e aumento expressivo na taxa de acúmulo de colmos e de material senescente. A prorrogação do período de rebrotação, além da condição de 95% de interceptação de luz resulta em aumento da massa de forragem dos pastos, porém com redução da proporção de folhas e aumento da proporção de colmos e de material morto. Por outro lado, períodos de descanso muito curtos reduzem a

produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal (BARBOSA et al., 2007).

A condição em que o pasto intercepta 95% da luz incidente tem apresentado elevada correlação com certas características estruturais do dossel, particularmente a altura pré-pastejo. A manipulação da frequência de desfolhação por meio do uso de intervalos de pastejo variáveis é, portanto, a forma mais efetiva de promover ajustes na composição morfológica e valor nutritivo da forragem produzida (Da SILVA; CORSI, 2003). No caso do capim Marandu, a altura de 25 e 35 cm do dossel forrageiro corresponde à interceptação de 95% e 100% da luz incidente, respectivamente (SOUZA JUNIOR, 2007).

A entrada dos animais no pasto de capim Marandu com base na interceptação de 95% da luz incidente (25 cm de altura do dossel) resultou em maior ganho de peso (0,629 e 0,511kg animal⁻¹ dia) , maior lotação animal (3,13 e 2,85 UA ha⁻¹) e conseqüente maior produção de carne por área (886 e 674 kg ha⁻¹) em comparação com a entrada nos pastos com 100% de IL (35 cm de altura do dossel) (GIMENES, 2010). Isso provavelmente ocorreu em virtude de maior consumo de forragem de melhor qualidade em menor tempo de pastejo (DÓREA, 2014).

Outro fator a ser observado em pastos sob manejo rotativo é a altura de resíduo da forragem. Durante o rebaixamento da pastagem, ocorrem mudanças estruturais que limitam o consumo de forragem pelo animal. No início do período de ocupação, a abundância de laminas foliares estimula o consumo pelos animais. Com o rebaixamento, a participação das laminas foliares diminui, aumentando a participação de colmos, dificultando, dessa forma, o consumo pelo animal. Rebaixamentos superiores a 40% da altura inicial foram responsáveis por redução drástica na taxa de ingestão de forragem por bovinos em pastejo rotativo (FONSECA, 2011). O mesmo foi relatado por Mezallira (2012) com Tifton-85. Isso foi devido a maior dificuldade de manipulação da forragem, caracterizada pela elevação do número de movimentos mandibulares necessários para colheita da forragem.

Com base nos trabalhos de Fonseca (2011) e de Mezarilla (2012) é possível inferir que no trabalho de Gimenez (2010) o maior ganho de peso dos animais nos pastos de capim Marandú manejados com 25 cm na entrada e 15 cm na saída (redução de 40% da altura de entrada) em comparação com o ganho dos animais

nos pastos manejados com 35 cm na entrada e 15 cm na saída (redução de 57% da altura de entrada) deva-se não apenas à altura adequada de entrada, mas da combinação desta com altura adequada de saída dos pastos. Já sabemos que a altura de entrada tem fundamental importância para o ciclo de pastejo mas ainda não esta esclarecida de forma clara e conclusiva se o manejo de pós pastejo do capim marandu (reduzindo 40% da altura de entrada) tem influencia no metabolismo animal.

2.3 Interação entre qualidade da pastagem, doses e fontes de suplemento energético utilizados durante o período das águas

A adubação da pastagem com nitrogênio promove maior crescimento da planta forrageira (MINSON, 1990), com aumento na concentração de nitrogênio na matéria seca das plantas adubadas, porém, sem um aumento proporcional no teor de carboidratos não fibrosos (JONHSON et al., 2001). Esse fato resulta em redução na eficiência do uso de Nitrogênio da forragem ingerida pelo animal em pastejo, uma vez que a maior parte dessa proteína extra não é convertida em proteína microbiana (NRC, 1996). Nessas situações o animal gasta energia adicional para metabolizar e excretar o nitrogênio amoniacal em excesso absorvido do rúmen (POPPI; McLENNAN, 1995).

Teoricamente, pequenas quantidades de suplementos ricos em energia podem favorecer a síntese microbiana e a eficiência de uso do N da forragem (NRC, 1996). Entretanto, Dórea (2014) não observou aumento no consumo de energia, na síntese de proteína microbiana e na eficiência de uso do N da dieta, quando forneceu 0,3% do PC em milho moído para novilhos em pastagens de capim Marandú com 13,9% de PB. O fornecimento de dose baixa de milho resultou em elevada taxa de substituição que manteve inalterado o consumo de energia do animal.

A suplementação no período das águas ainda traz muita controvérsia a respeito da dose e do tipo de suplemento (energético ou proteico), das fontes de proteína (alta ou baixa degradabilidade ruminal) e de energia (produtos amiláceos ou subprodutos fibrosos).

Muller e Fales (1998) e Poppi e McLennan (1995) apontam que quando se opta por utilizar a suplementação como ferramenta para elevar o desempenho animal durante o período das águas, deve-se ter em mente a perspectiva de que o uso de suplementos nesta época deveria basear-se na utilização de proteína de baixa degradabilidade ruminal para atender as exigências do animal. Conforme já discutido, essa proposta não é corroborada quando simulações com pastagens tropicais adubadas, contendo 11,5% de PB ou mais, são feitas utilizando o NRC (1996). Os dados de Correia também não suportam o aumento do teor de PB do suplemento energético com farelo de algodão para bovinos mantidos em pastagens de capim Marandú com mais de 11,5% de PB. Aparentemente, nessas condições, a exigência dos microrganismos ruminais é atendido pela proteína contida na forragem e/ou o uso de suplementos energéticos, representados pelos grãos ou subprodutos da indústria, contendo fibra de alta digestibilidade, como forma de aumentar a disponibilidade de energia. Assim sendo, os microrganismos ruminais tendem a capturar o nitrogênio amoniacal liberado a partir da digestão da forragem, aumentando assim o fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado (MULLER; FALES, 1998; POPPI; McLENNAN, 1995).

O tipo de energia suplementada é importante, uma vez que a energia deve estar disponível para os microrganismos ao mesmo tempo em que os compostos nitrogenados (NOLLER, 1997). Suplementos energéticos parecem ter sua importância destacada quando existe potencial para alta produção de NH_3 e perda de proteína no rumen. Isso certamente ocorre com pastagens temperadas, especialmente na primavera, com algumas leguminosas tropicais e com gramíneas tropicais adubadas com N durante o período chuvoso (GRANDINI, 2001).

Para cada quilograma de MO fermentável no rumen, cerca de 160g de PB microbiana podem ser sintetizadas, contendo 26g de N. Portanto, se o conteúdo de N total disponível for abaixo de 26g kg^{-1} de MO digestível, o suprimento de amônia é inadequado e a produção de PB bacteriana será diminuída (OWENS et al., 1991). Perdas de proteína podem ocorrer com gramíneas e leguminosas quando sua quantidade excede 210 gramas de PB Kg^{-1} de matéria orgânica digestível. Gramíneas tropicais com degradabilidade da matéria orgânica entre 55 e 65%, dificilmente ultrapassarão esse limite crítico, com exceção de pastagens adubadas com nitrogênio (POPPI; McLENNAN, 1995). Hoover e Stokes (1991) concluíram que

a máxima digestão da matéria seca, síntese e produção de proteína microbiana foram obtidas com rações contendo de 10 a 13% de proteína degradável no rumen (PDR) e 56% do total de carboidratos na forma de CNE (carboidratos não estruturais). De acordo com o NRC (1996), para cada kg de NDT consumido podem ser produzidos no máximo 130g de proteína microbiana. Como o modelo assume que a exigência de PDR é de 1 kg por kg de proteína microbiana sintetizada, para cada kg de NDT consumido, são necessários 130 g de PDR para maximizar a síntese microbiana.

Para otimizar a fermentação e maximizar a produção de proteína microbiana, o consumo de energia e proteína pelo bovino deve ser balanceado. Consumo excessivo de proteína sem quantidade adequada de energia resulta em perda de nitrogênio na excreta (HAFLEY et al., 1993). Em pastos adubados com N, o teor elevado de PB de alta degradabilidade ruminal favorece altas concentrações de compostos nitrogenados amoniacais, levando a uma alta perda de N através da absorção ruminal (POPPI; McLENNAN, 1995). Sendo assim o uso de suplementos energéticos disponibilizará energia para melhorar a sincronização na síntese microbiana, reduzindo as perdas e a concentração amoniacal ruminal (POPPI; McLENNAN, 1995).

De acordo com Poppi e McLennan (1995), os tipos de suplementos energéticos para forragens são divididos em três categorias: amido (ex., milho e sorgo), açúcares (ex., melaço) e fibras (ex., polpa cítrica), sendo os últimos eficientes em captação de amônia, além de apresentarem fibras de alta digestibilidade e baixa proteína. O melaço apresenta alta taxa de fermentação ruminal. A suplementação com grãos de cereais ricos em amido tem sido a mais estudada, sendo seu efeito de substituição bastante documentado. No entanto, a distinção entre amido rapidamente fermentado (trigo e cevada) e lentamente fermentado (sorgo e milho) contribui para a maior quantidade de amido que escapa à fermentação ruminal, apresentando assim, diferenças de quantidade de matéria orgânica fermentada no rumen, captação de amônia, síntese microbiana e consequentemente proteína que chega ao intestino.

O uso de suplementos, principalmente os energéticos, pode resultar em aumento no fluxo de proteína metabolizável para o duodeno. Além disso,

dependendo da quantidade de suplemento ingerida pelos animais e do efeito substitutivo sobre a ingestão de massa seca da forragem, o uso desse suplemento pode elevar a ingestão total de massa seca e/ou sua digestibilidade (KRYSL et al., 1989; PORDOMINGO et al., 1991; RUAS et al., 2000; VANZANT et al., 1990), bem como alterar as quantidades e a relação entre os produtos da fermentação ruminal (HESS et al., 1996; VANZANT et al., 1990). Com isso, há aumento na ingestão de energia metabolizável pelos animais suplementados, resultando em economia de aminoácidos glucogênicos, o que aumentaria a eficiência de deposição proteica em animais em crescimento (POPPI; McLENNAN, 1995).

Um dos fatores que pode limitar a resposta de animais em pastagens à suplementação com concentrado é o efeito de substituição, com redução no consumo de pasto (REIS et al., 2004). De acordo com diversos trabalhos de pesquisa, quando mais de 1 kg de suplemento é fornecido diariamente ao animal, a ingestão de forragem pode ser reduzida por substituição. A presença do efeito substitutivo parece ser mais marcante no emprego de suplementos de natureza energética (CANTON; DHUYVETTER, 1997; MINSON, 1990; POPPI; McLENNAN, 1995) e maior em condições de melhor qualidade da forragem (CATON; DHUYVETTER, 1997; MINSON, 1990).

Segundo Moore (1980), os efeitos entre suplementação e consumo de forragem podem ser de três tipos: aditivo; substitutivo e associativo. O efeito aditivo ou suplementar refere-se ao aumento do consumo total de energia digestível devido ao incremento no consumo de concentrado, em uma ocasião em que o consumo de forragem permanece inalterado ou pode até aumentar. O efeito substitutivo é caracterizado pela redução na ingestão de energia digestível oriunda da forragem, enquanto se observa aumento no consumo de concentrado. O consumo total de energia digestível é mantido constante. A ingestão de suplemento substitui a do pasto. O efeito associativo é aquele em que se observa ambos os efeitos, ou seja, há decréscimo no consumo de forragem e ao mesmo tempo elevação na ingestão total de energia digestível (Figura 1).

Figura 1 – Hipótese dos efeitos causados por suplementação de concentrados
Adaptado de Moore (1980)

Neste contexto, surge o conceito de coeficiente de substituição, dado pela redução no consumo de forragem expressa em porcentagem da quantidade de suplemento consumida, que pode ser descrito pela equação:

$$\text{Coeficiente de Substituição} = \frac{\text{Decréscimo no consumo de forragem}}{\text{Quantidade de suplemento consumido}}$$

A suplementação energética pode reduzir o consumo e a digestibilidade da forragem, dependendo da quantidade de suplemento consumido (CANTON; DHUYVETTER, 1997; PATERSON et al., 1994). Geralmente, quando a dose de suplemento energético aumenta, o consumo de forragem diminui. Essa redução no consumo de forragem associada à suplementação energética tem sido atribuída redução do tempo de pastejo, porém aumentando o consumo total e de energia (Dorea, 2014). O fornecimento desse tipo de suplemento na dose de 0,3% PC não acarretou na depressão no pH ruminal e não afetou a digestibilidade da fibra (Dorea, 2014).

Dórea et al. (2011) suplementou garrotes Nelore canulados no rumen e mantidos em pastagens de capim Marandu manejadas com base na IL de 95%, com milho moído nos níveis de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% do peso corporal. Houve substituição da forragem por concentrado, entretanto, o pH ruminal não foi afetado pela suplementação, tendo ficado sempre acima de 6,2. Também não houve efeito negativo da suplementação na degradação da fração fibrosa avaliada pelo método de produção de gás in vitro. Dórea et al. (2014) revisaram 10 trabalhos com plantas

tropicais e não observaram efeito negativo do fornecimento de suplementos energéticos na digestão da fibra da forragem.

No trabalho de Dórea (2011), ao contrário do esperado, a suplementação com 0,3% do PC foi o nível que causou a maior taxa de substituição. Em comparação com o tratamento não suplementado, o fornecimento de apenas 0,3% do PC em milho moído, reduziu o tempo de pastejo de 441 minutos por dia para 385 minutos, ou seja, redução de 56 minutos. As suplementações com 0,6 e 0,9% do PC causaram reduções adicionais no tempo de pastejo de apenas 13 (372 minutos) e 22 minutos (363 minutos) respectivamente. Em virtude da taxa elevada de substituição no nível 0,3% do PC, o consumo de total de MS e de NDT não foram elevados de forma significativa. Os níveis 0,6 e 0,9% do PC foram efetivos em aumentar o consumo total de MS e de NDT em comparação ao tratamento controle.

Os dados de Dórea (2011) relatados acima, explicam a resposta incipiente no ganho de peso de garrotes de corte suplementados com energia no nível de 0,3% do PC, e o efeito elevado dessa prática no aumento da lotação dos pastos de capim Marandu, relatados por Correia (2006). Já as suplementações com 0,6 e 0,9% do PC foram efetivas em aumentar o ganho de peso dos animais em comparação ao tratamento controle, porém, com acréscimos adicionais pequenos na lotação dos pastos em comparação ao tratamento 0,3%.

Dórea et al. (2014) revisaram a literatura e reportaram que animais mantidos em pastagens com mais de 9% de PB apresentaram redução linear no consumo de forragem de 0,65 kg de MS para cada kg de MS de suplemento energético consumido. Portanto, houve efeito associativo, ou seja, a combinação do efeito substitutivo com o efeito aditivo. Nos trabalhos revisados de desempenho animal, o efeito associativo resultou em aumento no consumo de energia com ganho médio de peso extra de 0,39 kg/cab/dia para cada 1% do PC em suplemento energético. Em virtude da redução no consumo de forragem, Cardoso (1997) chamou a atenção para o possível aumento na taxa de lotação das pastagens com a suplementação com concentrado.

Esse efeito foi confirmado na revisão de Dórea et al. (2014b) onde a suplementação energética aumentou em 36% a taxa de lotação dos pastos para cada 1% do PC de suplemento consumido. De acordo com Agostinho Neto (2010),

com adição de suplemento ao sistema é necessário que se ajuste novamente a taxa de lotação para o excedente de forragem gerado pela redução do consumo possa ser colhido de forma eficiente, minimizando as perdas e mantendo a condição estrutural da pastagem adequada.

Sendo assim, ao se utilizar a suplementação energética, especialmente quando a pastagem apresenta boa qualidade, deve-se considerar na avaliação do sistema de produção o aumento possível na taxa de lotação e, conseqüentemente, na produção por área (SANTOS et al., 2014).

Apesar do avanço no conhecimento, as estratégias de suplementação energética ainda não são totalmente compreendidas, uma vez que não existe entendimento completo dos fatores que interagem, como a concentração de proteína na ração, exigência ruminal de N, efeito da suplementação no pH ruminal, quantidade e frequência de suplementação e ainda se o suplemento é baseado em amido ou fibra rapidamente digestível (PATERSON et al., 1994).

Com base na revisão de literatura apresentada as hipóteses do presente estudo são: a) para animais mantidos em pastagens tropicais manejadas em sistema rotativo com altas taxas de lotação, a suplementação energética com dose de apenas 0,3% do PC causa alta taxa de substituição e não aumenta o consumo de energia do animal; b) o efeito negativo da dose baixa de suplemento energético no consumo de forragem é independente da altura de entrada dos animais no pasto (25 ou 35 cm) quando a altura do dossel pós-pastejo é padronizada em 60% da altura de entrada; c) para animais mantidos em pastos de capim Marandu, manejados em sistema rotativo e com altas taxas de lotação, a taxa de substituição alta causada por doses baixas de suplemento energético não está relacionada à efeitos negativos no pH ruminal e na digestão de FDN.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação energética com dose baixa de milho moído (0 x 0,3% do PC) sobre o consumo de forragem, o comportamento ingestivo e parâmetros metabólicos (ruminais e sanguíneos) em bovinos da raça Nelore, mantidos em pastagem de capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. submetida a duas estratégias de manejo, 25/15cm x 35x21cm como alturas de entrada/saída dos pastos respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido de 15 de outubro de 2012 a 18 de março de 2013, com duração total de 154 dias, nas instalações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba, SP. As coordenadas geográficas do município de Piracicaba – SP são 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 550 metros de altitude. O clima da região de Piracicaba é classificado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, classificado como Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C nos meses mais frios e superiores a 22°C durante a estação mais quente do ano (BRASIL, 1960). Na Tabela 2 são apresentados os dados climáticos da área experimental, obtidos no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, distante cerca de 500 m da área experimental.

Tabela 2 - Dados climáticos da área experimental

mês-ano	RG ¹ (cal/cmd)	I ² (h/d)	P ³ (mm)	UR ⁴ (%)	T max ⁵ (C°)	T min ⁶ (C°)	Méd ⁷ (C°)
out-12	496	8,2	76,2	65	32,6	17,9	25,3
nov-12	548	8,3	100,2	71	30,6	18,0	24,3
dez-12	554	7,9	192,9	80	32,9	21,1	27,0
jan-13	452	5,5	232,3	84	29,6	19,2	24,4
fev-13	483	7,2	114,3	82	31,7	19,9	25,8
mar-13	431	6,3	141,5	82	30,6	19,3	25,0
abr-13	408	7,0	201,2	80	28,5	16,3	22,4

¹ - Radiação global; ² - insolação; ³ - precipitação; ⁴ - umidade relativa; ⁵ - temperatura máxima; ⁶ - temperatura mínima; ⁷ - temperatura média

Fonte: Base de dados da Estação meteorológica convencional de USP/ESALQ

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico, com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 1999).

A área utilizada correspondeu a 2,4 ha (16 piquetes de 1200 m² cada e área pulmão), de pasto formado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, semeada em 2003 e manejada de forma intensiva em sistema de pastejo rotativo (Figura 2). A área de pastagem foi dividida em dois módulos de 8 piquetes cada.

Os animais tinham acesso a cochos com mistura mineral (CAPAL 65) e bebedouros em todos os piquetes. O fornecimento do suplemento concentrado foi

realizado no centro de manejo em áreas anexas aos piquetes, provido de cochos individuais, onde todos os animais foram fechados durante um período de 45 minutos.

A área pulmão foi manejada semelhante ao manejo de entrada e saída dos piquetes, sendo utilizado quando necessário no período de adaptação, para que durante as coletas os animais iniciem o pastejo em piquetes com altura inicial correspondente a entrada. Quando não houve necessidade de uso o manejo foi realizado com animais ajustadores de carga. O manejo do pastejo realizado nesta área foi semelhante ao manejo de 25/15 cm e 35/21 cm de entrada/saída utilizados na área experimental.

3.2 Manejo do pasto

Os piquetes foram manejados em método rotativo, com ID (intervalo entre desfolhas) variável. O critério para entrada dos animais no piquete foi a altura média do dossel forrageiro de 25 cm e 35 cm. Segundo Zeferino (2006), Sarmiento (2007), Sousa Júnior (2007) e Trindade (2007), Gimenes (2010) 25 e 35 cm são as alturas no qual pastagens de capim Marandu atingem valores de 95% e 100% de interceptação luminosa (IL) respectivamente. No módulo 1 os 8 piquetes foram manejados com 25 cm de altura do dossel na entrada dos animais e 15 cm na saída. No módulo 2 os 8 piquetes foram manejados com 35 cm de altura na entrada dos animais e 21 cm na saída. As alturas de saída foram baseadas na recomendação de Fonseca (2011) onde o rebaixamento do dossel não deve ultrapassar 40 % da altura inicial. Os piquetes foram manejados com animais do experimento e com ajustadores de carga para garantir que o ciclo de pastejo fosse entre a altura de entrada e saída da forragem.

Durante os 154 dias do período experimental, 15 de outubro a 18 de março, as pastagens foram manejadas e adubadas na dose de 45 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia, por ciclo de pastejo, entre o período experimental. Antes de iniciar o experimento no dia 30 de dezembro, os piquetes foram manejados com a mesma estratégia de pastejo de altura de entrada e saída e com a mesma dose de adubo a cada ciclo.

3.3 Período experimental, animais e tratamentos

Foi adotado um período pré-experimental de 46 dias, com um ciclo de pastejo inicial nos meses de novembro e dezembro com o objetivo de rebaixar a pastagem a uma altura determinada pela estratégia de manejo de entrada e saída com 25/15 cm e 35/21 cm de altura.

O experimento teve 4 períodos experimentais de 18 dias, totalizando 72 dias. Cada período teve 10 dias iniciais de adaptação dos animais aos níveis de suplementação. Os 8 dias subsequentes foram utilizados para realização das coletas na seguinte ordem: no 11° ao 15° dia foram realizadas as coletas de fezes, no 16° dia foi realizado o comportamento ingestivo. As coletas de sangue foram realizadas nos 17° dia. No 18° dia foram feitas as coletas de líquido ruminal.

Foram utilizados 8 machos castrados da raça Nelore com PC (peso corporal) médio de 414 kg $\pm$ 10,32 kg, com cânulas no rúmen. Os oitos animais foram agrupados no manejo de 25 cm e 35 cm (4 animais em cada manejo), onde 4 foram suplementados e 4 não foram suplementados (controle), em seus respectivos piquetes.

Figura 2 - Animais em pastejo no Marandu com manejo de 35 cm e 25 cm

Os tratamentos testados foram dois níveis de suplementação associados a duas estratégias de manejo do pastejo, sendo: T1) 25/15 cm não suplementado; T2) 25/15 cm suplementado com 0,3% do PC; T3) 35/21 cm não suplementado e T4) 35/21 cm suplementado com 0,3% do PC.

O suplemento utilizado foi composto apenas por milho moído fino. Todos os animais receberam suplementação mineral em cocho coletivo a vontade. O

fornecimento do suplemento energético foi realizado individualmente, em dose única, diariamente as 10:00 horas por um período de 45 min.

3.4 Parâmetros avaliados

3.4.1 Amostragem do pasto e do concentrado

As determinações efetuadas na pastagem foram: altura média do dossel (cm) pré e pós-pastejo, massa de forragem (kg MS ha^{-1}) pré e pós-pastejo, composição morfológica da MF (% de colmo, folha e material senescente) pré e pós-pastejo e composição bromatológica do estrato pastejável (amostra tomada acima de 15 cm ou de 21 cm).

As alturas do dossel pré e pós-pastejo foram tomadas em 20 pontos distintos ao longo da maior diagonal do piquete, com o uso de transparência e régua graduada em centímetros (FAGUNDES, 1999). A densidade volumétrica da pastagem foi calculada dividindo-se a MF pré-pastejo pela altura pré-pastejo.

As MF pré e pós-pastejo foram determinada antes da entrada e após a saída dos animais no piquete respectivamente, cortando a planta a 3 cm do nível do solo. Foram realizadas 3 coletas de $0,5 \text{ m}^2$ por piquete. A moldura utilizada foi de $0,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$. As 3 amostras foram tomadas em pontos onde a altura de cada uma correspondia à altura média do dossel, cujas metas eram 25 ou 35 cm para pré e 15 ou 21 cm para pós-pastejo respectivamente. As 3 amostras colhidas foram compostas por estratégia de manejo, pesadas in natura e duas sub amostras de aproximadamente 300 g foram retiradas, uma para a determinação da matéria seca total e a outra para a determinação da composição morfológica, sendo estas últimas separadas em lâmina foliar, colmo (inclui bainha) e material senescente (pelo menos 50% do material amarelecido). As amostras foram secas em estufa a 55°C por 72 horas.

Figura 3 – Coleta de amostra de forragem. Janeiro, 2013

Para fins de análises bromatológica, amostras do estrato pastejável (coletado acima da altura de resíduo) foram coletadas em 2 pontos representativos por piquete utilizando a mesma moldura descrita acima. As amostras do decorrer das coletas foram compostas e formadas uma única amostra por piquete durante todo o experimento. As amostras de forragem composta e do concentrado foram secas em estufa a 55°C por 72 horas logo após a coleta, moídas em moinho tipo Willey com peneira com malha de 1 mm e analisadas para MS, MO, EE e PB segundo a AOAC(1990), FDN, FDA e lignina (VAN SOEST, 1991).

O fracionamento de proteínas e de carboidratos foi realizado de acordo com (SNIFFEN et al., 1992). Para proteína, a fração A corresponde ao nitrogênio não protéico (NNP) e foi determinada como sendo o nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) (LICITRA et al., 1996). A fração B1 é composta pela proteína verdadeira solúvel e foi determinada pela diferença entre o nitrogênio solúvel em solução tampão de borato fosfato (KRISHNAMOORTHY et al., 1982) e o NNP. A fração C, considerada indisponível ao animal, é o nitrogênio ligado de forma irreversível à parede celular e foi determinado pelo nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (VAN SOEST et al., 1991). A fração B3 corresponde à proteína verdadeira de lenta degradabilidade e foi calculada pela diferença entre nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) (Van SOEST et al., 1991) e NIDA. Por fim, a fração B2 é a proteína verdadeira de média degradabilidade e foi calculada como o nitrogênio total menos todas as outras frações.

Os carboidratos foram divididos em 3 frações (A+B1, B2 e C) nas frações A (açúcares simples) que apresenta rápida degradação ruminal, B1 (amido e pectina), de media degradação ruminal, B2 (parede celular disponível de acordo com as taxas de passagem e degradação) com taxas lentas de degradação ruminal e na fração C, não degradada pelos microrganismos ruminais (SNIFFEN et al., 1992). As frações foram obtidas através das equações abaixo:

$$CHOT(\%MS) = 100 - (PB(\%MS) + EE(\%MS) + MM(\%MS))$$

$$C(\%CHOT) = fdn(\%MS) * lignina(\%fdn) * 2,4 / CHOT(\%ms)$$

Onde o valor de 2,4 multiplicado pela lignina corresponde ao material remanescente após 120 horas de digestão (SNIFFEN et al., 1992). Para o calculo da fração B2, de lenta degradação ruminal, utilizou-se a equação abaixo:

$$B2(\%CHOT) = 100 * (FDN(\%MS) - PIND(\%PB) * 0,01 * PB(\%MS)) - C(\%CHOT) / CHOT(\%MS)$$

As frações A e B1, nada mais são que carboidratos não fibrosos (CNF), onde A representa carboidratos rapidamente fermentescíveis e B1 representa amido e fibra solúvel. Para calcular a fração A+B1, pode-se utilizar a equação abaixo:

$$A + B1(\%CHOT) = 100 - (B2(\%CHOT) + C(\%CHOT))$$

3.4.2 Parâmetros ruminais

A amostragem do liquido ruminal foi realizada às 0, 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento do suplemento. Aproximadamente 100 mL de liquido ruminal foram coletados da região ventral do rumen, por sucção através de sonda (um tubo com furos ao longo do seu comprimento). Imediatamente após a coleta, foi medido o pH do fluido ruminal e tiradas duas sub-amostras.

Figura 4 - Coleta de líquido ruminal por sucção com o uso de sonda coletora através da cânula ruminal

A primeira sub-amostra para determinação de N amoniacal, foi acidificada com ácido sulfúrico 50% na proporção de 50:1 (líquido ruminal: ácido). A segunda sub-amostra para determinação de ácidos graxos voláteis (AGV), foi acidificada com ácido metafosfórico 25% na proporção de 5:1 (ERWIN et al., 1961). Ambas as sub-amostras foram acondicionadas em recipiente plástico, identificadas e congeladas a -20°C . Posteriormente, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e centrifugadas a 15.000 G por 30 minutos para separar as partículas de conteúdo ruminal presentes nas amostras. Os respectivos sobrenadantes foram analisados para N amoniacal de acordo com Chaney e Marbach (1962). e analisados para AGV por cromatografia em fase gasosa (ERWIN et al., 1961).

3.4.3 Parâmetros sanguíneos

Foi realizada uma coleta de sangue quatro horas após o fornecimento do suplemento, através de punção na veia coccígea para a determinação dos teores plasmáticos de glicose. As amostras coletadas foram armazenadas em tubos de ensaio a vácuo contendo 5 mg de EDTA K3 como antiglicolítico. Posteriormente as amostras foram centrifugadas a 3.000 G por 20 minutos a uma temperatura de 4°C para obtenção do plasma, acondicionadas em tubos de 2 mL do tipo “ependorff” e congeladas a -20°C . A glicose plasmática foi analisada diretamente através do analisador bioquímico automático YSI 2700 Select (Biochemistry analyser, Yellow Spring, OH, EUA).

3.5 Avaliação do consumo voluntário

O consumo de forragem foi estimado a partir da produção total de fezes (PTF), determinada por meio do marcador externo, óxido crômico (Cr_2O_3) e da digestibilidade dos alimentos, determinada com o uso do marcador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

O marcador óxido crômico foi pesado e embrulhado em papel toalha, formando péletes de 5g do marcador, os quais foram administrados diretamente no rumen, via fístula ruminal, duas vezes ao dia, totalizando 10 g por dia. O marcador foi administrado durante 15 dias, sendo 10 dias para adaptação ao marcador e 5 dias de coleta de fezes, duas vezes ao dia (administrado às 10:00 e às 17:00).

As amostras de fezes (aproximadamente 200 g) comuns para todos os marcadores foram obtidas diretamente do reto dos animais e congeladas por animal e por período a -18°C . Posteriormente, as amostras foram descongeladas, secas durante 72 horas a 55°C e moídas em peneira com malha de 1 mm em moinho tipo Willey. Após a moagem foram secas em estufa a 105°C para determinação do teor de MS das fezes.

As amostras de fezes foram submetidas à digestão nitro-perclórica a quente (VEGA; POPPI, 1997). O plasma resultante da digestão foi analisado para concentração de cromo pela técnica de espectrometria de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente.

A digestibilidade da forragem e dos concentrados foi determinada com o marcador interno FDNi. Amostras de forragem de cada piquete, do concentrado e das fezes de cada animal foram moídas a 1mm, acondicionadas em bolsas de filtro F-57 (Ankom®) e incubadas no rumen de um bovino fistulado consumindo dieta mista (30% de concentrado) por 144 horas (CASALI et al., 2009). A incubação foi seguida de lavagem com água corrente até o total clareamento e secagem em estufa a 105°C por 12 h, sendo o resíduo das amostras submetido à extração com detergente neutro (VAN SOEST et al., 1991), em equipamento analisador de fibra Ankom200®, e lavado com água quente e acetona, secas em estufa por 12 horas e o resíduo foi considerado o FDNi.

3.5.1 Cálculos do consumo voluntário

A produção total de fezes (PTF) do marcador foi calculada conforme a formula abaixo:

$$PTF(Kg\ dia^{-1}) = \frac{Quantidade\ de\ marcador\ administrado\ (g)}{Concentração\ do\ marcador\ nas\ fezes\ (g/kg\ MS)}$$

A indigestibilidade dos alimentos (forragem ou concentrado), necessária também para o calculo do consumo, estimado pelo oxido de cromo, foi determinado pela concentração de FDNi no alimento dividido pela concentração de FDNi nas fezes de cada animal.

A contribuição fecal proveniente do concentrado (PF concentrado) foi determinada como sendo a quantidade de concentrado oferecida multiplicada por sua indigestibilidade. O valor obtido foi descontado da produção fecal total para determinar a produção fecal proveniente da forragem. Sendo assim, o consumo de pasto foi calculado utilizando a equação abaixo.

$$Consumo\ de\ pasto(kgMS/dia) = \frac{PTF - PFC(Kg)}{Indigestibilidade\ do\ Capim}$$

3.6 Comportamento ingestivo animal

O comportamento ingestivo dos animais foi realizado no dia 16 de cada período experimental. Quatro observadores treinados foram designados para determinar visualmente o comportamento individual dos animais em intervalos de cinco minutos entre visualizações durante 24 horas, onde foram registradas as atividades de pastejo, ruminação e ócio, conforme metodologia descrita por Hodgson (1982). O numero de observações para cada atividade durante um período de 24h foi multiplicado por 5 minutos para obter a quantidade diária de tempo gasto nessa atividade. Também foram observados taxas de bocado (bocados/min) usando o tempo gasto para dar 20 bocados completos (PENNING; RUTTER, 2004).

Durante o comportamento o piquete foi ajustado com animais ajustadores de carga junto com os animais do experimento de forma que realizasse o consumo do piquete da altura de pré pastejo ate a altura residual em 24 horas. A altura do

piquete onde foi realizado o comportamento foi monitorado durante todo o registro do comportamento animal, em seguida esses ajustadores foram retirados do piquete e os animais do experimento foram remanejados para outro piquete com altura de entrada já estabelecida.

3.7 Delineamento experimental

Os blocos das pastagens foram formados aleatorizados, com 8 blocos com 2 piquetes cada bloco, manejados com altura de pré pastejo de 25 cm e 35 cm, , 2 tratamentos em 4 períodos de 18 dias cada. Apesar da blocagem, os dados das pastagens foram apresentados apenas de descritiva. Para a avaliação do consumo voluntário, do comportamento ingestivo, dos parâmetros ruminais e sanguíneos, foi adotado o delineamento experimental quadrado latino duplo. Foram utilizados 8 animais, 4 tratamentos e 4 períodos, com 2 animais por tratamento por período.

A análise de variância e as médias obtidas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância com tendência a 10% de significância pelo procedimento proc MIXED do SAS. Obrigatoriamente, todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) foram respeitadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composições bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteína

Na tabela 3 abaixo, estão apresentados as composições bromatológica medias do Capim Marandu em amostra de pastejo simulado durante o período do experimento no manejo de 25/15 cm, 35/21 cm e a suplemento energético utilizado no presente estudo.

Tabela 3 - Composição bromatológica do Capim Marandu do extrato pastejável por manejo e do suplemento energético

	Manejo, cm		Média	Milho moído
	25/15	35/21		
MM ¹	11,26	9,88	10,57	1,02
PB ¹	13,69	12,05	12,87	8,16
FDN ¹	57,79	60,45	59,12	10,32
FDA ¹	28,41	30,06	29,24	3,21
CEL ¹	25,80	27,31	26,56	2,67
HEM ¹	29,38	30,39	29,88	7,11
LIG ¹	2,61	2,75	2,68	0,54
EE ¹	2,23	2,18	2,21	4,15

(¹)% da matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CEL= celulose; HEM= hemicelulose; LIG= lignina; EE= extrato etéreo

Com base nos dados da Tabela 3 pode-se observar que as pastagens apresentaram bom valor nutritivo, com teores médios de 12,87% de PB, 59,12% de FDN e 2,68% de lignina. De acordo com os dados da revisão de literatura (Tabela 1), forragens com 12,87% de PB não devem apresentar limitação de PDR para os animais.

O teor de PB da forragem é afetado por diversos fatores de manejo, dentre eles o estágio fisiológico da planta e principalmente pelo teor de matéria orgânica do solo e pela dose de N aplicada após cada pastejo ou corte (JONHSON et al., 2001). No presente estudo foram realizadas aplicações de 45 kg de N ha⁻¹ na forma ureia em cada piquete, logo após cada pastejo. O teor de PB médio de 12,87% é compatível com os resultados existentes na literatura para pastos tropicais bem manejados e fertilizados com N (CORREIA, 2006; COSTA, 2007; AGOSTINHO NETO, 2010; VELASQUEZ, 2010; DOREA 2010; REIS, 2013; COSTA 2013; DOREA, 2014). Em trabalhos realizados na mesma área experimental com a mesma forrageira foram relatados teores de PB na MS entre 11,83 % e 15,3% (CORREIA, 2006; COSTA, 2007; AGOSTINHO NETO, 2010; DOREA, 2010, 2014).

Tabela 4 – Frações proteicas de amostras de estrato pastejável do capim Marandu

ITEM	Manejo pré-pastejo, cm		MÉDIA
	35/21	25/15	
A ¹	37,38	32,83	35,1
B1 ¹	3,71	11,6	7,65
B2 ¹	39,61	40,79	40,2
B3 ¹	11,66	8,46	10,06
C ¹	7,64	6,32	6,98

(¹)% da PB

Com as informações do teor de PB e as suas frações é possível estimar a disponibilidade de compostos nitrogenados para os microrganismos do rúmen (SNIFFEN et al., 1992; TEDESCHI, 2002). Em média, o capim Marandu apresentou 35,1% da PB representada pela fração A (nitrogênio não proteico), que é rápida e totalmente degradada no rúmen. Os valores de 27,2% (DÓREA, 2014), 30,1% (DÓREA, 2010), 38,7% (QUEIROZ et al., 2011) e 47,7% (MOREIRA et al., 2013) de fração A reportados para capim Marandu adubado com N são bastante variáveis, provavelmente em virtude de diferenças em estágio fisiológico da planta e quantidade aplicada de N. Johnson et al. (2001) relataram aumento significativo da fração A na proteína bruta de três gramíneas tropicais com doses crescentes (0, 39, 78, 118, 157 kg de N/ha a cada corte) de fertilizante nitrogenado.

Em média 58% da PB do capim Marandu foi composta pela fração B, ou seja proteína verdadeira cuja extensão de degradação no rúmen é determinada pela taxa de passagem do alimento. Os valores observados para frações B1, B2 e B3 foram próximos aos reportados por Moreira (2013), Sá (2010), Queiroz (2011) e Dórea (2010). Dórea (2014) reportou valor médio de 63,8% para fração B da PB do capim Marandu também fertilizado com N (40 kg de N/ha a cada ciclo de pastejo).

A fração C (indisponível) da PB do capim Marandu foi em média 6,98%. Os valores de fração C reportados na literatura apresentaram grande variação, com valores de apenas 3,41% (QUEIROZ, 2011) a 17,4% (MOREIRA, 2013).

Com relação às frações de carboidratos (Tabela 5), o valor médio de FDN (59,12% na MS) do presente estudo foi inferior aos obtidos por Dórea (2010) e Agostinho Neto (2010) que variaram entre 62,56% e 66,25% da MS com capim Marandu, na mesma área, manejado com 25 cm de altura na entrada e com 15 cm na saída dos animais do pasto. O valor de FDA observado neste estudo foi de

29,24% na MS. Forragens com valores de FDA abaixo de 30 % na MS possibilitam consumo elevado pelos animais (NUSSIO et al., 1998). O valor médio de CHOT da forragem foi de 74,4%, com a maior parte desses CHO (79,4%) representados pela fração B2, de baixa degradação ruminal e apenas 11,99% de carboidratos não fibrosos (CNF), ou seja, as frações A + B1, de alta degradação ruminal. Esse valor baixo de CNF pode limitar a utilização eficiente da PB da forragem, especialmente quando os pastos são adubados com altas doses de N (40 kg de N/ha a cada ciclo). Dorea (2010, 2014) também relatou valores altos da fração B2 e baixos das frações A + B1 com capim Marandu, na mesma área experimental.

A fração solúvel da A + B1 da PB (tabela 4) somou em média 42,75% da PB do capim Marandu. O alto valor das frações A + B1 são em decorrência da adubação nitrogenada, tornando uma quantidade maior de composto nitrogenado disponível no rumen, aumentando assim a síntese proteica microbiana.

A eficiência de utilização dessa fração proteica pelos microrganismos ruminais, normalmente é limitada em forragens tropicais, em virtude da baixa concentração de carboidratos não fibrosos A+B1, o que podemos observar na forragem deste estudo (tabela 5), Sendo assim a necessidade do fornecimento do suplemento energético afim de maximizar a síntese microbiana e o desempenho animal (BRENNECKE, 2007; SÁ et al., 2010; VELASQUES, 2010). Essa falta de sincronia é crescente quanto maior a dose de N aplicada (JOHNSON et al., 2001).

Tabela 5 – Frações de carboidratos da amostra de estrato pastejável do capim marandu manejado com 35 e 25 cm de altura no pré-pastejo

ITEM	Manejo pré-pastejo, cm		MÉDIA
	35/21	25/15	
CHOT ¹	75,89	72,82	74,36
A+B1 ²	11,79	12,19	11,99
B2 ²	79,52	79,21	79,36
C ²	8,7	8,6	8,65

¹% da MS; ²% dos CHOT

4.2 Massa de forragem e composição morfológica

Os dados relativos à composição morfológica da massa de forragem (MF) pré-pastejo e pós-pastejo estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 - Caracterização morfológica da forragem pré-pastejo e pós pastejo

	Manejo, cm 25/15	EPM	Manejo, cm 35/21	EPM
Pré-pastejo				
Altura, cm	25,85	0,30	34,8	0,69
Massa de forragem, kg.ha ⁻¹ de MS	7430	298,16	8358	316,78
Folha, kg.ha ⁻¹ de MS	3004	67,60	3052	106,50
Haste, kg.ha ⁻¹ de MS	2246	61,26	2683	63,73
Material Morto, kg.ha ⁻¹ de MS	2182	89,97	2607	99,48
Folha, %MS	40,38	0,90	36,51	1,27
Haste, %MS	30,24	0,82	32,10	3,29
Material Morto, %MS	29,38	1,21	31,19	3,26
Folha: Haste	1,33		1,13	
Pós-pastejo				
Altura, cm	16,46	0,54	20,25	0,53
Massa de forragem, kg.ha ⁻¹ de MS	4242	247,82	4573	132,21
Folha, kg.ha ⁻¹ de MS	1068	70,99	958	48,22
Haste, kg.ha ⁻¹ de MS	1472	56,42	1712	51,66
Material Morto, kg.ha ⁻¹ de MS	1661	51,79	1948	58,54
Folha, %MS	25,19	1,22	20,94	1,28
Haste, %MS	34,72	1,33	37,44	1,12
Material Morto, %MS	39,16	1,67	42,60	1,05
Folha: Haste	0,72		0,55	

EPM= Erro padrão da média

O manejo do pastejo pode alterar a composição morfológica da massa de forragem dos pastos, afetando a produção e a eficiência de utilização da forragem produzida (ZEFERINO, 2006). No presente estudo os pastos de capim Marandu apresentaram alta produção de MF em cada ciclo de pastejo, com valores pré-pastejo entre 7,4 a 8,4 ton de MS.ha⁻¹. Valores altos de MF com capim Marandu foram relatados também por Gimenes (2010), Fialho (2011), Sarmento (2006), Souza Junior (2007), Agostinho Neto (2010), Costa (2007), Dórea (2010, 2014), Fernandes (2010) e Moretti (2011).

Os valores de massa de folhas no pré-pastejo para os pastos manejados com 25 e 35 cm na entrada, numericamente muito próximos (3004 e 3052 kg de MS.ha⁻¹ respectivamente) e valores de haste + material senescente (4428 e 5290 kg de MS.ha⁻¹ respectivamente) numericamente mais alto nos pastos com 35 cm, podem indicar estruturas de dossel distintas, com vantagem para os pastos de 25 cm na

entrada. Entretanto, não foi avaliada a composição morfológica do estrato pastejável no presente estudo.

No trabalho de Dórea (2014) as proporções de folhas no pós-pastejo foram de 22,9 e 16,9% para os manejos 25/15 e 35/15 cm respectivamente. No presente estudo os valores foram 25,2 e 20,9% para os tratamentos 25/15 e 35/21 cm respectivamente. Maior proporção de folhas na massa de forragem pós-pastejo tem sido reportada consistentemente para gramíneas tropicais manejadas com 95% de IL como critério de entrada nos pastos Gimenes (2010), Fialho (2011), Sarmento (2007), Da silva e Nascimento Jr. (2007), Souza Júnior (2007), Fonseca (2007), trindade (2007) em comparação com pastos manejados ao redor de 100% de IL.

4.3 Consumo de forragem, total e de nutrientes estimados com o uso de oxido de cromo

Conforme apresentado na Tabela 7, não houve interação entre estratégia de manejo do pasto e suplementação energética ($P>0,05$) para as variáveis analisadas de consumo.

Tabela 7 - Valores médios dos consumos de matéria seca total (CMS t), de forragem (CMS f), de MS digestível (CMS D), de fibra em detergente neutro (CMS FDN) e de proteína bruta (CMSPB), em função do manejo e da suplementação

	Níveis de suplementação,							EPM
	Manejo, cm		% de PC		Valor de P			
	25/15	35/21	0	0,3	M	S	M*S	
CMS t, Kg/dia	6.34	6.89	6.60	6.62	0.527	0.980	0.513	0.99
CMS f, Kg/dia	5.62	6.16	6.60	5.19	0.522	0.105	0.517	0.98
CMS D, Kg/dia	4.52	4.88	4.51	4.90	0.714	0.693	0.550	0.97
CMS FDN, Kg/dia	3.40	3.72	3.90	3.21	0.526	0.178	0.515	0.58
CMS PB, Kg/dia	0.72	0.79	0.84	0.67	0.526	0.115	0.516	0.13
CMS t, %PC	1.32	1.41	1.35	1.37	0.591	0.895	0.485	0.20
CMS f, %PC	1.17	1.26	1.35	1.07	0.591	0.078	0.485	0.20
CMS D, %PC	0.94	0.99	0.92	1.01	0.832	0.686	0.606	0.23
CMS FDN, %PC	0.71	0.76	0.80	0.66	0.591	0.147	0.483	0.12
CMS PB, %PC	0.15	0.16	0.17	0.14	0.593	0.086	0.478	0.03
Taxa de substituição	0.00	0.00	0.00	1.08	0.454	0.023	0.454	0.44

M= Manejo; S= Suplementação; M*S= Interação manejo vs suplementação; EPM= Erro padrão da média

A estratégia de manejo do pasto não afetou os parâmetros de consumo ($P>0,05$) dos animais. No trabalho de Dórea (2014) os animais mantidos em pastos

manejados com 25/15 cm consumiram mais forragem, mais MS total e mais MS digestível que os animais mantidos nos pastos manejados com 35/15 cm no pré e no pós-pastejo respectivamente. Assim como no trabalho de Dórea (2014), maior consumo de forragem por bovinos mantidos em pastagens tropicais manejadas com 95% de IL em comparação com pastos manejados ao redor de 100% de IL, com mesma altura de resíduo, tem sido reportado por outros autores com diferentes espécies forrageiras Gimenes (2010), Fialho (2011), Sarmento (2007), Da Silva, Nascimento Jr. (2007), Souza Júnior (2007), Fonseca (2007), Trindade (2007). Pode-se especular que quando o pastejo é conduzido segundo a recomendação de Fonseca (2011) e de Mezallira (2012), de permitir aos animais consumirem 40% da altura de entrada, ou seja, manter a altura do resíduo pós-pastejo em 60% da altura de entrada do pasto, o efeito negativo da altura de entrada acima de 95% de IL no consumo de forragem pode ser atenuado.

Conforme observado nos trabalhos de Dórea (2010, 2014) no presente estudo a o fornecimento de dose baixa de suplemento, ou seja, 0,3% do PC em milho moído causou alta taxa de substituição (1,08) com tendência a redução do consumo de forragem em %PC ($P < 0,1$) e sem alteração ($P > 0,05$) no consumo de MS digestível. Esse efeito foi observado independente da estratégia de manejo adotada, sendo vantajoso podendo aumentar a taxa de lotação do piquete aumentando a produtividade de carne por hectare.

Ao avaliarem experimentos de animais em pastejo, recebendo diferentes tipos de suplementos, Minson (1990) e Paterson et al. (1994) observaram valores de coeficiente de substituição variando de 0,25 a 1,67, com média de 0,69. Forbes et al. (1996) encontraram coeficiente de substituição de 0,83 da pastagem de gramínea pelo suplemento usado. O coeficiente de substituição varia com o tipo de suplemento, o valor nutritivo da forragem disponível e a dose de suplemento. A presença do efeito substitutivo parece ser mais marcante no uso de suplementos de natureza energética (MINSON, 1990; POPPI; MCLENNAN, 1995) e maior em condições de melhor qualidade da forragem (MINSON, 1990; CATON; DHUYVETTER, 1997).

Ainda não estão claros os fatores que determinam a redução no consumo de forragem causada pela suplementação com concentrado energético. De acordo com

Caton e Dhuyvetter (1997) a redução do consumo de forragem em animais suplementados pode ocorrer em virtude da redução do pH levando à redução da digestibilidade da fração fibrosa da forragem. Entretanto, no presente estudo a suplementação com 0,3% de milho moído não afetou ($P>0,05$) o pH ruminal (Tabela 10) e a digestão da FDN (Tabela 8). Cardoso (2013) trabalhou com bovinos, Nelore, pastejando Capim Brachiaria cv. Marandu suplementados com concentrado isoproteico e diferentes fontes de energia (dose de 0,3% PC). Foi registrada a redução no consumo de forragem, porém a digestibilidade da FDN não foi afetada com a suplementação. Dórea (2014) também não observou efeito da suplementação de 0,3% do PC com milho moído no pH ruminal e na digestão da FDN em bovinos pastejando capim Marandu manejado com 25/15 cm.

Dórea et al. (2014) revisou 10 trabalhos da literatura e observou que a digestão da fração FDN do pasto não foi reduzida quando suplementos energéticos foram fornecidos até 1% do PC.

A suplementação com energia aumenta a concentração de propionato no rúmen. O efeito hipofágico do propionato em ruminantes tem sido amplamente documentado (ALLEN, 2000). Entretanto, é pouco provável que o nível baixo de suplemento fornecido seja capaz de elevar a concentração de propionato no fígado a ponto de estimular o mecanismo fisiológico de regulação do consumo.

Poderia se especular que em condições de pastejo rotativo com taxas altas de lotação, onde o período de ocupação do piquete é curto, a medida que o dossel é rebaixado e se torna cada vez mais difícil para o animal colher folhas verdes, o fornecimento de doses baixas de suplemento energético seja capaz de estimular o animal a reduzir seu tempo de pastejo e o consumo de forragem, independente de questões relativas ao ambiente ruminal ou compostos energéticos no fígado ou sangue.

Os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB e FDN da forragem e da dieta são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Digestibilidade dos nutrientes da dieta e da forragem em função do manejo do pastejo e da suplementação energética

	Manejo, cm		Níveis de suplementação, % PC		Valor de P			EPM
	25/15	35/21	0	0.3	M	S	M*S	
Digestibilidade da Forragem								
MS	68.61	64.28	67.85	65.04	<0.0001	0.0024	0.731	0.81
PB	72.11	71.83	74.55	69.39	0.8020	0.0001	0.7857	0,79
FDN	68.49	64.15	67.01	65.63	0.0532	0.6207	0.9920	2,12
Digestibilidade da Dieta								
MS	72,41	68,35	67,85	72,91	0,0027	0,0004	0,6454	1,02
PB	71.51	71.29	74.55	68.24	0.8419	0.0001	0.8253	0,78
FDN	68.69	64.45	67.02	66.12	0.0529	0.7406	0.9743	2,06

M= Manejo; S= Suplementação; M*S= Interação manejo vs suplementação; EPM= Erro padrão da média

Não houve interação ($P>0,05$) entre manejo do pastejo e suplementação (Tabela 8).

A forragem e a dieta total apresentaram maior ($P<0,05$) digestibilidade da MS e da FDN quando os pastos foram manejados com 25 cm de altura na entrada (95% de IL). Maior proporção de folhas, maior concentração de PB e menor de FDN são fatores que podem contribuir para maior digestibilidade da forragem pastejada com 95% de IL. Apesar da maior digestibilidade da forragem e da dieta total nos pastos manejados com 25 cm, o consumo de MS digestível não foi aumentado nesses pastos (Tabela 7).

A suplementação energética com 0,3% do PC reduziu ($P<0,05$) a digestão da MS da forragem, mas não ($P>0,05$) da FDN da forragem e aumentou ($P<0,05$) a digestão da MS da dieta (Tabela 8). Apesar do aumento na digestão da MS da dieta, a taxa alta de substituição resultou em redução drástica do consumo de forragem quando o suplemento foi fornecido em dose baixa (0,3% PC). Dessa maneira, o CMS digestível não foi aumentado pela suplementação. Dórea (2010, 2014) também observaram alta taxa de substituição quando milho moído na dose de 0,3% do PC foi fornecido para novilhos Nelore em pastagens de capim Marandu, manejadas em sistema rotativo. Nesse caso também não houve aumento na ingestão de energia pelos animais.

Sales et al. (2008) trabalhou com bovinos em fase de terminação mantidos em pastagem de capim-braquiária, com níveis de suplementação energético-

proteica (0,4% PC) e observou redução na digestibilidade da PB na dieta, porém não houve efeito na digestibilidade da FDN na dieta, semelhante ao encontrado no presente trabalho.

Correia (2006) relatou aumento linear no GMD de bovinos mantidos em pastagens de capim Marandu, quando suplementados com níveis crescentes de concentrado proteico-energético (0; 0,3; 0,6 e 0,9% do PC). Entretanto, o ganho adicional com a suplementação de 0,3% do PC foi muito pequeno (0,595 e 0,673 kg/dia comparado com o controle), mas o aumento na lotação dos pastos foi expressiva (4,50 e 5,33 UA/ha comparado com o controle). Esse resultado pouco expressivo no desempenho animal é coerente com a ausência de efeito positivo no consumo de energia, quando dose baixa de suplemento é fornecida para animais em pastejo rotativo.

4.4 Comportamento animal

Na Tabela 9 são apresentados os dados de comportamento animal. Não houve interação entre os tratamentos ($P>0,05$) para os parâmetros de comportamento ingestivo.

Assim como relatado em vários trabalhos anteriores (DÓREA, 2010, 2014; CARVALHO, 1997; BAGGIO, 2009) o pasto manejado com 25 cm na entrada (95% de IL) resultou em maior taxa de bocado pelos animais ($P<0,05$). Dórea também reportou maiores taxas de bocado com animais pastejando capim Marandu manejado com 25 cm em comparação com 35 cm de altura na entrada. Entretanto, o tempo de pastejo não diferiu entre os tratamentos ($P<0,05$). Dórea (2014) reportou menor tempo de pastejo e maior consumo de forragem quando os animais pastejaram pastos de capim Marandu com 25 cm de altura na entrada em comparação com 35 cm. No presente estudo os animais rebaixaram 40% da altura de entrada nos pastos tanto para o pasto com 25 quanto para o pasto com 35 cm. No trabalho de Dórea (2014) os animais rebaixaram os dois pastos para 15 cm, ou seja, houve rebaixamento de 40% nos pastos de 25 cm e 60% nos pastos de 35 cm.

Tabela 9 - Valores médios dos tempos de pastejo (TPAST), ruminação (TRUM), outras atividades (OUTR) e taxa de bocado (TXBOC) em função do manejo do pastejo e da suplementação energética com 0,3% de PC

	Nível de suplementação, %							EPM
	Manejo, cm		PC		Valor de P			
	25/15	35/21	0	0,3	M	S	M*S	
TPAST	352	354	371	336	0,9042	0,0561	0,4433	32,49
TRUM	377	393	386	384	0,4277	0,9327	0,1099	41,65
OUTR	715	707	698	724	0,8374	0,4688	0,1166	57,61
TXBOC	30,20	26,36	27,78	28,87	0,0136	0,4593	0,1551	2,16

M= Manejo; S= Suplementação; M*S= Interação manejo vs suplementação; EPM= Erro padrão da média

Brancio (2003), Zanine et al. (2005) e Bremm (2008) relataram tempos de pastejo entre 6,81 e 11,3 horas por dia. De modo geral os animais preferem pastear durante o dia (EBERSOHN et al., 1983), fato também observado no presente estudo (Figura 5).

Figura 5 - Percentagem de tempo utilizado em pastejo pelos animais, no período de 24 horas

Brâncio (2003), observou que no horário de 14 às 17h ocorreu a maior parte do pastejo, estando de acordo com Penning et al. (1991), que reportaram consumo preferencial há cerca de quatro horas antes do pôr-do-sol, atribuído à maior concentração de sacarose nas folhas das gramíneas. O início da manhã foi o segundo período preferido pelos animais para o pastejo, e das 20 às 23h foi, em geral, o terceiro na preferência dos animais.

Conforme reportado em outros trabalhos (DÓREA, 2010, 2014) a suplementação reduziu o tempo de pastejo proporcionando uma tendência ($P < 0,1$), estando de acordo com o menor consumo de forragem observado (Tabela 9). A

redução no tempo de pastejo significa economia de energia para o animal, a qual pode ser utilizada para processos produtivos, como maior ganho de peso corporal (NRC, 1996).

4.5 Parâmetros ruminais e sanguíneos: pH, amônia, glicose plasmática e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no líquido ruminal

Na Tabela 10 são apresentados os valores de pH, amônia ruminal, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e glicose plasmática.

Tabela 10 - Valores médios do pH, amônia ruminal, glicose plasmática e dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em função dos níveis de suplementação e manejo da forragem

	Manejo, cm		Níveis de suplementação, %PC		Valor P			EPM
	25/15	35/21	0	0,3	M	S	M*S	
pH ruminal	6,57	6,59	6,62	6,54	0,4843	0,6535	0,8929	0,293
Amônia ruminal ¹	5,95	5,35	6,18	5,13	0,2282	0,0074	0,6403	0,390
AGCC total ²	77,46	77,40	76,22	78,64	0,9997	0,7942	0,3633	6,461
Ac. Acético ³	72,75	73,12	72,88	72,99	0,0943	0,6337	0,8508	0,281
Ac. Propiônico ³	17,92	17,44	17,37	18,00	0,0963	0,0295	0,6338	0,466
Ac. Butírico ³	6,14	5,94	6,27	5,81	0,2996	0,0208	0,7466	0,498
Ac. Isobutírico ³	1,29	1,26	1,26	1,30	0,0570	0,0190	0,2632	0,047
Ac. Valérico ³	1,17	1,21	1,20	1,17	0,2988	0,3272	0,8983	0,045
Ac. Isovalérico ³	0,74	0,74	0,75	0,73	0,9242	0,8185	0,6816	0,026
C2/C3	4,10	4,23	4,24	4,09	0,1037	0,0648	0,3637	0,172
Glicose plasmática ¹	62,09	64,81	62,36	64,53	0,2795	0,3851	0,8869	1,719

M= Manejo; S= Suplementação; M*S= Interação manejo vs suplementação; EPM= Erro padrão da média ;(*)= significativo e (ns)= não significativo a 5% de probabilidade, (EMP)= erro medio padrão, M*S= interação Manejo*Suplementação, (1)= mg/dL, (2)= milimol/mL, (3)= % AGCCtotal

De modo geral as estratégias de manejo do pastejo adotadas não tiveram grande efeito nos parâmetros ruminais. O manejo do pasto com 25/15 cm, teve tendência ao aumento ($P < 0,1$) na proporção molar de acetato e redução ($P < 0,1$) na proporção de propionato.

A estratégia de manejo e a suplementação não teve efeitos na glicose plasmática ($P > 0,05$). Dorea (2010) não relatou nenhum efeito da suplementação

energética para novilhos em pastagens tropicais com doses crescentes de energia (0%; 0,3%; 0,6%; 0,9% PC de milho moído). Dorea (2014) também não encontrou diferença na glicose plasmática de novilhos com diferentes estratégias de manejo e doses de suplementação (0; 0,3%; 0,6% PC de milho moído).

A suplementação com dose baixa de milho (0,3% do PC) não afetou ($P>0,05$) o pH ruminal, com valores acima de 6,2. Resultados semelhantes foram encontrados por Dórea (2014) em condições similares. Valores de pH ruminal inferiores a 6,0 a 6,2 podem ser inibitórios à adequada atividade dos microrganismos celulolíticos e também diminuir a eficiência da síntese microbiana (RUSSEL et al., 1992; ORSKOV, 1982; MERTENS, 1977).

A concentração ruminal de N-NH^3 nos animais não suplementados foi 6,18 mg/dL. A atividade dos microrganismos celulolíticos é muito dependente da concentração de amônia no rumen. Segundo Satter e Slyter (1974) a concentração mínima deve ser 5 mg N-NH^3 /dL de líquido ruminal para que não haja limitação na síntese microbiana. Hoover (1986) sugeriu que 3,3 a 8,0 mg/dL N-NH^3 e Preston e Ieng (1987) sugeriram 20 mg/dL no fluido ruminal para a maximização do crescimento microbiano e digestão da fibra, respectivamente. Segundo o NRC (1989) o valor de 5 mg/dL de amônia no líquido ruminal é o mais adequado para efetivar a digestão da matéria orgânica. Entretanto não há um consenso sobre valor ótimo de amônia no líquido ruminal para que a fermentação maximizasse a síntese microbiana. Segundo Morrison e Mackie (1996), a concentração ótima de amônia no rumen é aquela que permite uma melhor eficiência da síntese de proteína microbiana.

A suplementação com energia baixou a concentração ruminal de N-NH^3 ($P<0,05$) sugerindo maior síntese microbiana. Entretanto, Dórea (2014) não observou aumento na síntese microbiana apesar da redução na concentração de N-NH_3 quando os animais foram suplementados com milho moído na dose de 0,3% do PC. A explicação do autor foi a ausência de aumento na ingestão de energia com a suplementação de dose baixa de milho. A ausência de aumento no consumo de energia também foi observada no presente estudo.

A suplementação aumentou ($P<0,05$) a proporção molar de propionato e teve tendência a reduzir ($P<0,1$) a relação acetato:propionato, conforme observado em

outros estudos (HELDT et al., 1999a, 1999b; ROYES et al., 2001 McGUIRE, 2013). A redução do consumo dos animais suplementados pode ser explicada pelo aumento da proporção de propionato e pela tendência a redução da relação acetato:propionato, onde o propionato possui efeito hipófagico regulando o consumo de alimentos, isso ocorre porque o propionato é oxidado no fígado e possui mais energia metabolizável que o acetato, porém também a medida que aumenta o teor de propionato no sangue estimula o aumento da saciedade (ALLEN, 2009).

5 CONCLUSÕES

A suplementação com milho moído na dose de 0,3% do PC para bovinos mantidos em pastagens de capim Marandu, manejado em sistema rotativo, não aumenta o consumo de energia do animal em virtude da taxa de substituição elevada que ocorre.

A redução no consumo de pasto causado pela suplementação de milho moído na dose de 0,3% do PC não está relacionada com redução no pH ruminal e na digestibilidade da fibra da forragem.

O efeito negativo da dose baixa de suplemento energético no consumo de forragem é independente da altura de entrada dos animais no pasto (25 ou 35 cm) quando a altura do dossel pós-pastejo é padronizada em 60% da altura de entrada

A adoção do critério de manter o resíduo pós-pastejo em torno de 60% da altura de entrada dos animais no pasto, pode atenuar o efeito negativo do manejo com mais de 95% de IL sobre o consumo de forragem.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.J.S. Produção de leite a pasto. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM, 1989, Cascavel. **Anais...** Cascavel: OCEPAR, 1989. p. 233-263.

AGOSTINHO NETO, L.R.D. **Estratégia de suplementação energética para bovinos em recria em pastagens tropicais durante as águas e seus efeitos na terminação em confinamento**. 2010. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, p. 3063, 1996.

_____. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ALVES, J.S.; PIRES, A.J.V.; MATSUMOTO, S.N.; FIGUEREDO, M.P.; RIBEIRO, G.S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.

ARROQUY, J.I.; COCHRAN R.C.; NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C.; JOHNSON, D.E. Effect of types of non-fiber carbohydrate on in vitro forage fiber digestion of low-quality grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, p. 93-106, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v. 2

ASSOCON. Levantamento da ASSOCON sobre o sistema de produção em confinamento no Brasil. Acessado em: <http://pt.slideshare.net/BeefPoint/assocon-censo-2012>. Acesso em 15/02/2013. 2012

BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S.; ANGHINONI, I.; LOPES, M.L.T.; THUROW, J.M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.

BARBOSA, F.A.; GRAÇA, D.S.; MAFFEI, W.E. SILVA JUNIOR, F.V.; SOUZA, G.M. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéica energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 160-167, 2007.

BONDINE, T.N.; PURVIS, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 1, p. 304–317, 2003.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1045-1046, 2003.

BREMM, C.; ROCHA, M.G.; FREITAS, F.K.; MACARI, S.; ELEJALDE, D.A.G.; ROSO, D. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1161-1167, 2008.

BRENNECKE, K. **Fracionamento de carboidratos e proteínas e a predição da proteína bruta e suas frações e das fibras em detergentes neutro e ácido de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por uma rede neural artificial.** 2007. 138 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

CARDOSO, A.B.; MORAES, E.H.B.K.; OLIVEIRA, A.S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L.S.; SILVA, P.I.J.L.R.; SOCREPPA, L.M. Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1295-1302, set. 2013.

CARDOSO, E.G.; SILVA, J.M. da; EUCLIDES, V.P.B. Proteína bruta e fibra em detergente neutro em *B. decumbens* sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 261-263.

CARVALHO, P.C.F.; LOUAULT, F.; LAFARGE, M. Effect of species horizontal distribution on defoliation of ryegrass-clover swards grazed by sheep. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Salastook, 1997. p. 25-26.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; DELAGARDE, R. The importance of sward structure on intake and diet selection by the grazing animal. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 853-871.

CARVALHO, S.N. Manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 2007. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 177-217.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PAULINO, M.F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 130-138, 2009.

CASTAGNARA, D.D.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; DEMINICIS, B.B.; BAMBERG, B. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 931-942, dic. 2011.

CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 533-542, 1997.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Glendale, v. 8, p. 130-137, 1962.

CHASE JR., C.; HIBBERD, C.A. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 65, n. 2, p. 557-566, 1987.

CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.

CORREIA, P.S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. 2006. 333 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-511.

_____. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 69-88.

_____. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 121-153.

CORSI, M.; MARTHA, JÚNIOR, G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 161-192.

COSTA, D.F.A. **Respostas de bovinos de corte à suplementação energética em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de pastejo rotativo durante o verão**. 2007. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; SILVA, F.G.; BORGES, E.F.; EPIFÂNIO, P.S.; GUIMARAES, K.C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of xaraés grass. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 288-298, set. 2013.

COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Respostas de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a doses de nitrogênio e fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO S.C.; CARVALHO, I.P.; MONTEIRO, L.P. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1788-1798, 2011.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. 1 CD-ROM.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 121-138, 2007. Suplemento especial.

DA SILVA S.C.; GIMENES, F.M.A.; SARMENTO, D.O.L.; SBRISSIA, A.F.; OLIVEIRA, D.E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A.V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 151, p. 727–739, 2013.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; MORAIS, J.P. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 8-19, 2009.

DELCURTO, T.; COCHRAN, B.; AVERY, T.; BEHARKA, A. Influence of Supplemental protein versus energy level on intake, fill, passage, digestibility, and fermentation characteristics of beef steers consuming dormant bluestem range forage. In: CATTLEMEN'S DAY, 1988, Manhattan. **Proceedings...** Manhattan: Kansas State University, 1988. p. 29-31.

DELCURTO, T.; COCHRAN, R.C.; HARMON, D.L.; BEHARKA, A.A.; JACQUES, K.A.; TOWNE, G.; VANZANT, E.S. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying supplemental protein and (or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 515–531, 1990.

DERESZ, F.; MOZZER, O.L.; CÓSER, A.C. Manejo de pastagem de capim elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 192, p. 55-61, 1998.

DETMANN, E.; PAULINO, M.P.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001.

DÓREA, J.R.R. **Energy supplementation for beef steers grazing tropical grass (*Brachiaria brizantha*, cv Marandu) managed under rotational system with different initial sward heights**. 2014. 121 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

_____. **Níveis de suplementação energética para bovinos em pastagens tropicais e seus efeitos no consumo de forragem e fermentação ruminal**. 2010. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

DÓREA, J.R.R.; SANTOS, F.A.P. Meta-analysis of concentrate supplement effects on voluntary intake in high and low quality pastures. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 92., 2014, Kansas. **Proceedings...** Kansas: ASAS, 2014. p. 351.

DÓREA, J.R.R.; AGOSTINHO NETO, L.R.; GOUVÊA, V.N.; COSTA, D.F.A.; PIRES, A.V.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, F.A.P. Interactions between grazing management and a low level of energy supplementation in beef cattle. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2013, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: ASAS, 2013. p. 1433.

DÓREA, J.R.R.; AGOSTINHO NETO, L.R.D.; GOUVEA, V.N.; DANÉS, M.A.C.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SANTOS, F.A.P. Effects of levels of energetic supplementation on forage intake and ruminal fermentation in beef cattle grazing tropical pastures. In: 2011 ADSA-PSA-AMPA-CSAS ASAS JOINT ANNUAL MEETING, 2011, Champaign. **Proceedings...** Champaign: American Society of Animal Science, 2011. p. 505-506.

EBERSOHN, J.P.; EVANS, J.; LIMPUS, J.F. Grazing time and its diurnal variation in beef steers in coastal South-East Queensland. **Tropical Grassland**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 76-81, 1983.

ELIZALDE, J.C.; MERCHEN, N.R.; FAULKNER, D.B. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber and starch. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 457-466, 1999.

ELIZALDE, J.C.; CREMIN JR., J.D.; FAULKNER, D.B.; MERCHEN, N.R. Performance and digestion by steers grazing tall fescue and supplemental with energy and protein. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 1691-1701, 1998.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 44, p. 1768-1771, 1961.

FAGUNDES, J.L. **Efeitos de intensidades de pastejo sobre o índice área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.*** 199. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; PAES, J.M.V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 240-248, jan./fev. 2010.

FIALHO, C.A. **Densidade populacional e dinâmica do perfilhamento em capim marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada.** 2011. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

FONSECA, L. **Metas de manejo para sorgo forrageiro baseadas em estruturas de pasto que maximizem a taxa de ingestão.** 2011. 189 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Cidade, 2011

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C. Management targets for maximizing the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, Amsterdam, v.145, p. 205-211, 2012.

FORBES, T.J.; RAVEN, H.M.; ROBINSON, K.L. Observations on the grass graze by young cattle with or without barley supplementation. **Journal of the British Grassing Society**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 167-173, 1996.

FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; SANTOS, G.T. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1548-1557, 2010

GIMENES, F.M.A. **Produção e produtividade animal em capim-marandú submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada.** 2010. 110 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros: anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 808-824

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 804-813, 2003

GORDON, I.J.; BENVENUTTI, M. Food in 3D: how ruminant livestock Interact with sown sward architecture at bite scale. In: BELS, V. **Feeding in domestic vertebrates: from structure to behavior**. London: CAB International, 2006. p. 263-277.

GRANDINI, D.V. Produção de bovinos a pasto com suplementos protéicos e/ou energéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba.: SBZ, 2001. p. 235-245.

GUARDA, V.D.A. **Frequência e severidade de desfolhação e eficiência de utilização de forragem em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e ritmos de crescimento induzidos por adubação nitrogenada**. 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

HAFLEY, J.L.; ANDERSON, B.E.; KLOPFENSTEIN, T.J. Supplementation of growing cattle grazing warm-season grass with proteins of various ruminal degradabilities. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, n. 2, p. 522–529, 1993.

HELDT, J.S.; COCHRAN, R.C.; STOKKA, G.L.; FARMER, C.G.; MATHIS, C.P.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 2793-2802, 1999a.

HELDT, J.S.; COCHRAN, R.C.; MATHIS, C.P.; WOODS, B.C.; OLSON, K.C.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G.; VANZANT, E.S.; JOHNS, D.E. Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tall grass-prairie hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 2846-2854, 1999b.

HESS, B.W.; KRYSL, L.J.; JUDKINS, M.B.; HOLCOMBE, D.W.; HESS, J.D.; HANKS, D.R.; HUBER, S.A. Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte – free fescue pasture: effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, p. 1116–1125, 1996

HODGSON, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. St. Lucia: 1982. p. 153-166.

_____. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, Champing, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 74, n. 10, p. 3630-3644, 1991.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistemas de Referência. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/>. Acesso em: 15/06/2013; 2006.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FERREIRA, C.C. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1491-1497, 2000.

JOHNSON, C.R.; REILING, B.A.; MISLEVY, P.; HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 2439-2448, 2001.

KARGES, K.K.; KLOPFENSTEIN, T.J.; WILKERSON, V.A. Effects of ruminal degradable protein and escape protein supplements on steers grazing summer native range. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 70, n. 6, p. 1957-1964, 1992.

KLEVESAH, E.A.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; WICKERSHAM, T.A.; FARMER, C.G.; ARROQUY, J.I.; JOHNSON, D.E. Effect of a wide range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low-quality, grass hay by beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 105, p. 5-20, 2003.

KRISHNAMOOTHY, U.; MUSCATO, R.V.; SNIFFEN, C.J.; VAN SOEST, P.J. Nitrogen fraction in select feedstuffs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, p. 217-225, 1982.

KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 2546-2555, 1993.

KRYSL, L.J.; BRANINE, M.E.; CHEEMA, A.U.; FUNK, M.A.; GALYEAN, M.L. Influence of soybean meal and sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, site and extent of digestion and microbial protein synthesis in beef steers grazing blue grama rangeland. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 67, p. 3040-3051, 1989.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETHE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p. 103-121

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, P.T.; REIS, W.L.S. Nutritional performance of cattle grazing on low-quality tropical forage supplemented with nitrogenous compounds and/or starch. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 9, p. 664-674, 2013.

LEMAIRE, G.; Da SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 64, p. 341-353, 2009.

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

MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SOUZA, R.S.; VELOSO, C.M. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 1240-1246, 2007.

MCGUIRE, D.L. **Influence of supplement composition on utilization of low-quality cool-season forages by beef cattle**. 2013. 81 p. Thesis (Master of Science in Animal Sciences) - Oregon State University, Commencement, 2013.

MERTENS, D.R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. **Federation Proceedings**, Bethesda, v. 36, p. 187, 1977.

_____. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R.; COLLINS, M. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MEZALLIRA, J.C. **Taxa de ingestão potencial em pastejo: um estudo contrastando pastos de clima temperado e tropical**. 2012. 167 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483 p.

MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; DE CARVALHO, D.D.; DE ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; DA SILVA, J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de nutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.

MOORE, J.E. Forage crops. In: HOVELAND, C.S. **Crop quality, storage and utilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1980. p. 61-91.

MOREIRA, J.F.M.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; EPIFÂNIO, P.S.; CRUNIVEL, W.S.; GUIMARÃES, K.C. Protein fraction and digestibility of Marandu, Xaraes and Campo Grande grasses in mono cropping and intercropping systems under different sowing methods. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 35, n. 1, p. 63-71, Jan./Mar. 2013

MORETTI, M.H. **Recria de machos Nelore em pastagem de capim-Marandu com suplementação de baixo consumo**. 2011. 45 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

MORRISON, M.; MACKIE, R.J. Nitrogen metabolism by ruminal microorganism: current understanding and future perspective. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v. 47, n. 2, p. 227-246, 1996.

MULLER, L.D.; FALES, S.L. Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. (Ed.). **Grass for dairy cattle**. Wallingford: CAB International, 1998. chap. 13, p. 335-350.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B.W. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, n. 1, p. 179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6th ed. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences, 1989. 157 p.

_____. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

NOLLER, C.H. Nutritional requirements of grazing animal. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1., 1997, Viçosa. **Proceedings...** Viçosa: UFV, 1997. p. 145-172.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Manejo de pastagens de Tifton, Coastcross e Estrela: anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 203-242.

OBARA, Y.; DELLOW, D.W.; NOLAN, J.V. The influence of energy-rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p. 515-539.

OLSON, K.C.; COCHRAN, R.C.; JONES, T.J.; VANZANT, E.S.; TITGEMEYER, E.C.; JOHNSON, D.E. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1016-1025, 1999.

ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. New York: Academic Press, 1982. 162 p.

OSPINA, H.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. A suplementação mineral e o desafio de otimizar o ambiente ruminal para a digestão da fibra. In: ENCONTRO ANUAL SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES DA UFRGS - SUPLEMENTAÇÃO MINERAL DE BOVINOS, 1., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999. p. 37-60.

OWENS, F.N.; GARZA, J.; DUBESKI, P. Advances in amino acids and N nutrition in grazing ruminant. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Stemboat Springs. **Proceedings...** Stemboat Springs: Oklahoma State University, 1991. p. 109-137.

PARSON, S.D.; ALLISON, C.D. Grazing management as effects nutrition animal production and economics of beef production. In: MASS, J. (Ed.). **Veterinary clinics of North American**. Philadelphia: W.B.S. Company, 1991. p. 77-97.

PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.B.; KERLY, M.S.; WILLIAMS, J.E. The impact of forage quality on supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage, quality, evolution and utilization**. Madison: ASA; CSSA, 1994. p. 59-114.

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capim. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 38, p. 117-143, 1981.

PENNING, P.D. Some effects of sward condition on grazing behaviour and intake by sheep In: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP, 40., 1986. Hvanneyri. **Proceedings...** New York: O. Gudmundsson, 1986. p. 219-226.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; TEACHER, T.T. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**. Hurley, v. 46, p. 15-28, 1991.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**. Albany, v. 73, p. 278-290, 1995.

_____. Optimizing performance of grazing beef cattle with energy and protein supplementation In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: REQUISITOS DE QUALIDADE NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 6., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 163-182.

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. Itake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p. 55-64.

PORDOMINGO, A.J.; WALLACE, J.D.; FREEMAN, A.S.; GAYLEAN, M.L. Supplemental com grain for steers grazing native rangeland during summer. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, p. 1678-1687, 1991.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. **Matching ruminant production systems with available resource in the tropics and subtropics**. New South Wales: Penambul Books, 1987. 245 p.

QUEIROZ, M.F.S.; BERCHIELLI, T.T.; MORAIS, J.A.S.; MESSANA, J.D.; MALHEIROS, E.B.; RUGGIERI, A.C. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos di Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 997-1008, 2011.

QUEIROZ NETO, F.; MARTHA JR., G.B.; PENATI, M.A.; CORSI, M.; MENEZES, M.J.T. Impact of increasing nitrogen fertilizer rates upon an irrigated Tanzania grass pasture. 1. Dry matter yield. In: INTERNARIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 209-210.

RAMALHO, T.R. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais**. 2006. 64 p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

REIS, G.L.; LANA, A.M.Q.; EMERENCIANO NETO, J.V.; LEMOS FILHO, J.P.; BORGES, I. LONGO, R.M. produção e composição bromatológica do sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, suppl. 1, p. 1606-1615, nov. 2013

REIS, R.A.; Da SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHILLII, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, A.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 79-109.

REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D.; MELO, G.M.P.; BALSALOBRE, M.A.A. Suplementação protéico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 171-226.

ROGUET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores. a review. **Annales de Zootechnie**, Saint-Genès-Champanelle, v. 47, p. 225–244, 1998.

ROGUET, C.; PRACHE, S.; PETIT, M. Feeding station behaviour of ewes in response to forage availability and sward phonological stage. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 56, p. 187-201, 1998.

ROYES, J.B.; BROWN, W.F.; MARTIN, F.G.; BATES, D.B. Source and level of energy supplementation for yearling cattle fed ammoniated hay. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, p. 1313-1321, 2001.

RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; BORGES, L.E.; MARCATTI NETO, A. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre o consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 930-934, 2000.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F.; BONOMO, P.; FIGUEIREDO, M.P.; MENEZES, D.R.; ALMEIDA T.B. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p.667-676, 2010.

SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; PORTO, M.O.; MORAES, E.H.B.K.; BARROS, L.V. Níveis de ureia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p. 1704-1712, 2008.

SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; VALENTE, T.N.P.; COSTA, V.A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C. Fecal excretion patterns and short term bias of internal and external markers in a digestion assay with cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 657-665, 2011.

SANTOS, F.A.P. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. Visão técnica e econômica da produção leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SANTOS, F.A.P.; DOREA, J.R.R.; AGOSTINHO NETO, L.R.D. Uso estratégico da suplementação concentrada em sistemas de produção animal em pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 273-296.

SANTOS, F.A.P.; DÓREA, J.R.R.; SOUZA, J.; BATISTEL.; COSTA, D.F.A. Forage management and methods to improve nutrient intake in grazing cattle. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 25., 2014, Gainesville. **Proceedings...** [S.l.: s. n.], 2014. p. 144-165.

SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. Cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.** 2007. 76 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on the rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Beltsville, Maryland, v. 32, p. 194-208, 1974.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SIEBERT, B.D.; HUNTER, R.A. Supplementary feeding of grazing animals. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures.** Farnham Royal: CAB, 1982. p. 409-425.

SILVA, C.C.F. **Morfogênese e produção de braquiárias submetidas a diferentes doses de nitrogênio.** 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2006.

SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 95-108, jul./dez. 2013.

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

SOUZA JÚNIOR, S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; LANNA, D.P.D.; BOIN, C. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell net carbohydrate and protein system model. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 1-18, 2002.

TORO VELASQUES, P.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

TRINDADE, J.K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento digestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, n. 3, p. 834-844, 1965.

_____. Integrated feeding systems. In: NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT, 2., 1994, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University Press, 1994. p. 140-155.

VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; JAKES, K.A.; BEHARKA, A.A.; DEL CURTO, T.; AVERY, T.B. Influence of level of supplementation on type of grain in supplements on intake and utilization of harvested, early-growing-season, bluestem-range forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 1457-1468, 1990.

VEGA, A.; POPPI D.P. Extent of digestion and rumen condition as factors affecting passage of liquid and digest particles in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 128, p. 207-215, 1997.

VELÁSQUEZ, P.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; RIVERA, A.R.; DIAN, P.H.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

VELOSO, A.L.C. **Pastagem irrigada de *Panicum maximum* Jacq cv Tanzânia adubada com fósforo e nitrogênio sobre a produção, valor nutritivo e atributos do solo no Norte de Minas Gerais**. 2012. 90 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VIANA, M.C.M.; FREIRA, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACEDO, G.A.R.; CANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1497-1503, 2011.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; CECON, P.R.; MACEDO JÚNIOR, G.L. Comportamento de pastejo de novilhas em pastagens do gênero *Brachiaria*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ZINN, R.A.; OWENS, F.N. Site de protein digestion in steers: predictability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 56, p. 707, 1983.