

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE  
TOURINHOS E EFEITOS SOBRE A TERMINAÇÃO**

**Rondineli Pavezzi Barbero**  
**Zootecnista**

**2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE  
TOURINHOS E EFEITOS SOBRE A TERMINAÇÃO**

**Rondineli Pavezzi Barbero**

**Orientador: Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros**

**Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para o título de Doutor em Zootecnia.

**2016**

B234a Barbero, Rondineli Pavezzi  
Altura do pasto e suplementação na recria de tourinhos e efeitos sobre a terminação / Rondineli Pavezzi Barbero. – – Jaboticabal, 2016 iv, 82 p. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016  
Orientador: Euclides Braga Malheiros  
Coorientador: Ricardo Andrade Reis  
Banca examinadora: João Maurício Bueno Vendramini, Marco Antonio Alvares Balsalobre, Telma Teresinha Berchielli, Flávio Dutra de Resende  
Bibliografia

1. Agronegócio. 2. Gado de corte. 3. Metano. 4. Pastagens. 5. Suplementação. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.22:636.2

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE TOURINHOS E EFEITOS SOBRE A TERMINAÇÃO.

AUTOR: RONDINELI PAVEZZI BARBERO

ORIENTADOR: EUCLIDES BRAGA MALHEIROS

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



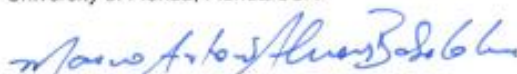
Prof. Dr. EUCLIDES BRAGA MALHEIROS

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



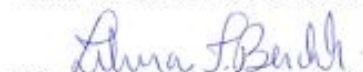
Prof. Dr. JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI

University of Florida, Florida/USA



Prof. Dr. MARCO ANTÔNIO ALVARES BALSALOBRE

TROUW NUTRITION BRASIL - São Carlos/SP



Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

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



Prof. Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Apta - Pólo Regional Da Alta Mogiana

Jaboticabal, 02 de fevereiro de 2016

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RONDINELI PAVEZZI BARBERO:** nascido em São José do Rio Preto, São Paulo, em Agosto de 1983, filho de Odail Barbero Dias e Maria Aparecida Pavezzi Barbero, Agricultores, residentes no município de Potirendaba, São Paulo. Bacharel em Zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina, Paraná (2010), com bolsa de iniciação científica CNPq. Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Londrina, Paraná (2012), com bolsa de estudos CNPq, orientado pelo Prof. Dr. Marco Aurélio Alves de Freitas Barbosa. Doutorado em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, São Paulo (2016), com bolsa de estudos FAPESP, orientado pelo Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros e Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis. Realizou parte do doutorado no exterior como pesquisador visitante FAPESP, no Instituto de Agricultura, Universidade do Tennessee, (*The University of Tennessee*), Estados Unidos da América (2014 - 2015), retornando ao Brasil para conclusão do Doutorado pela FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo.

***“Se não der certo hoje, amanhã eu levanto mais cedo e tento de novo!”***

(autor desconhecido)

*Aos meus pais, Odail e Maria, que me permitiram sonhar! Pretendo seguir seus exemplos nos sonhos que meus filhos terão!*

*À minha noiva Marina, que sempre está do meu lado! Você é o anjo que Deus me enviou, trazendo paz e felicidade na minha vida!*

*Pelos erros no caminho, minhas sinceras desculpas! Pelos acertos, agradeço a Deus e compartilho com todos que caminham comigo!*

*À vocês, dedico!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por proporcionar em minha vida bênçãos e realizações que julgo além do meu merecimento!

Ao meu pai *Odail Barbero Dias*, minha mãe *Maria Ap. Pavezzi Barbero*, minha irmã *Dra. Angélica P. Pavezzi Barbero*, e meu cunhado *Luciano Okayama*, por tudo!

Aos meus avós *Sebastião e Rosa Pavezzi*, *Antônio e Mariana Barbero* (*sempre presentes*), carregue vocês comigo, em pensamentos e orações!

À minha noiva *Marina Mortati Dias*, e família, por estar ao meu lado, sonhar comigo, acreditar e não me deixar perder a fé, você é meu anjo, amo você!

Aos orientadores: *Dr. Marco A. A. F. Barbosa (in memorian)*, *Dr. Euclides B. Malheiros*, *Dr. Ricardo A. Reis*, e famílias, pela oportunidade, exemplo e amizade!

À *UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP* e à empresa "*Trouw Nutrition Brasil*", em especial ao *Dr. Marco A. A. Balsalobre* pelo suporte!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos #2011/00060-8, #2012/14956-6, #2012/20264-0 e #2013/25202-5.

Aos Doutores: *Ana C. Ruggieri*, *Emanuel A. Oliveira*, *Flávio D. de Resende*, *Gustavo R. Siqueira*, *João M. B. Vendramini* e *Telma T. Berchielli*, pela contribuição!

I would like to thank: *Dr. Renata Nave*, *Dr. John T. Mulliniks*, *Mr. Walt Hitch*, *Gelley Family* and *The University of Tennessee, USA*!

Aos moradores da *República 51*, *Bar do Bocha* (onde tudo começou), *Bar da Loira* e *Açougue da Léo*, importantes pontos de discussão científica!

Aos amigos *André A. de Oliveira* e *André L. S. Valente*, por tornarem tudo possível! *Antonio J. Neto*, *Carlos*, *H. S. Rabelo*, *Erika Lara*, *Elias San Vito*, *Elisamara Raposo*, *Estella R. Januszkiewicz*, *Fábio B. Ferrari*, *Fernando de O. Alari*, *João Marcos B. Benatti*, *João Paulo R. Costa*, *Josiane F. Lage*, *Leandro Galzerano*, *Mariana V. Azenha*, *Nomaiaci Andrade*, *Sabrina Saraiva*, *Pablo Castagnino*, *Paola Spasiani* e *Wilton Ladeira*! "Possuo amizades que não mereço"!

À equipe de trabalho: *Adriana C. Ferrari*, *Beatriz dos S. Alves*, *Breno V. de Lima*, *Caio L. S. Pucciarelli*, *Daniela M. Pereira*, *Diego M. Renesto*, *Elieder P. Romanzini*, *Felipe A. Corrêa*, *Fernanda Scaranello*, *Fernando H. M. Souza*, *Guilherme N. Borges*, *Isabella C. Carmeline*, *Jefferson F. W. Koscheck*, *Juliana M. Serra*, *Júnior*, *I. Yasuoka*, *Lauriane P. Frugeri*, *Lutti Maneck Delevatti*, *Natalia Aguilar*, *Sharahdiny de M. C. dos Santos*, *Thais Colla* e *Tiago L. da R. de Araújo*.

*Muito obrigado!*

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO.....                                                                                                                       | iii |
| ABSTRACT. ....                                                                                                                    | iv  |
| CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                                                                           | 5   |
| 1.1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                             | 5   |
| 1.2. REVISÃO DE LITERATURA .....                                                                                                  | 6   |
| 1.3. HIPÓTESES.....                                                                                                               | 14  |
| 1.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                             | 15  |
| CAPÍTULO 2 - ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE<br>TOURINHOS DE CORTE NA ESTAÇÃO CHUVOSA.....                           | 17  |
| 2.1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                             | 18  |
| 2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                      | 20  |
| 2.3. RESULTADOS.....                                                                                                              | 27  |
| 2.4. DISCUSSÃO .....                                                                                                              | 33  |
| 2.5. CONCLUSÕES .....                                                                                                             | 37  |
| 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                             | 38  |
| CAPÍTULO 3 - INFLUENCIA DA ALTURA DO PASTO E DOSE DE SUPLEMENTO<br>NA RECRIA DE TOURINHOS SOBRE A TERMINAÇÃO EM PASTAGENS.....    | 40  |
| 3.1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                             | 41  |
| 3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                      | 42  |
| 3.3. RESULTADOS.....                                                                                                              | 48  |
| 3.4. DISCUSSÃO .....                                                                                                              | 51  |
| 3.5. CONCLUSÕES .....                                                                                                             | 54  |
| 3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                             | 55  |
| CAPÍTULO 4 - INFLUENCIA DA ALTURA DO PASTO E DOSE DE SUPLEMENTO<br>NA RECRIA DE TOURINHOS SOBRE A TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO .... | 57  |
| 4.1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                             | 58  |
| 4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                      | 59  |
| 4.4. DISCUSSÃO .....                                                                                                              | 68  |
| 4.5. CONCLUSÕES .....                                                                                                             | 71  |
| 4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                             | 72  |
| 5. IMPLICAÇÕES.....                                                                                                               | 73  |
| 6. APÊNDICES.....                                                                                                                 | 74  |

## LISTA DE APÊNDICES

|                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| APÊNDICE 1: Certificado de aprovação dos protocolos experimentais pela comissão de ética no uso de animais, FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. ....                                                                         | 75 |
| APÊNDICE 2: Representação da área experimental do setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, e alturas de pastejo do capim Marandu na estação chuvosa. ....                                   | 76 |
| APÊNDICE 3: Características de fertilidade do solo na área experimental do setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. ....                                                                    | 77 |
| APÊNDICE 4: Dados climáticos no período experimental em Jaboticabal, São Paulo, obtidos no acervo do Centro de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. ....                                                      | 78 |
| APÊNDICE 5: Alturas dos pastos de capim Marandu na estação chuvosa, com lotação contínua por tourinhos de corte e taxa de lotação variável no setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. .... | 79 |
| APÊNDICE 6: Aprovação no exame geral de qualificação, parte das exigências à obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. ....                               | 80 |
| APÊNDICE 7: Imagens do setor de Forragicultura e Pastagens, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, na estação chuvosa. ....                                                                                                      | 81 |
| APÊNDICE 8: Imagens do setor de Forragicultura e Pastagens, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, na estação seca. ....                                                                                                         | 82 |

## ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE TOURINHOS E EFEITOS SOBRE A TERMINAÇÃO

**RESUMO:** Foi avaliado o efeito da altura do pasto do capim Marandu, e da combinação de alturas crescentes de pastejo com doses decrescentes de suplemento para tourinhos de corte na estação chuvosa, sobre o ganho médio diário (GMD), ganho de peso corporal (PC) por hectare (GPH) e emissões de metano ( $\text{CH}_4$ ). Na recria durante a estação chuvosa, foram utilizados 108 tourinhos da raça Nelore em dois experimentos, cada um com três tratamentos, e três repetições (piquetes) por tratamento ( $n = 9$ ). Exp. 1: Foram avaliadas as alturas de pastejo 15; 25 e 35 cm. Exp. 2: (1) altura baixa do pasto (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC) (ABSA), (2) altura moderada do pasto (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % PC) (AMSM) ou (3) altura alta do pasto (35 cm) mistura mineral (AAMM). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. No Exp. 1, o GMD aumentou linearmente ( $P = 0,02$ ), o contrário do observado no GPH ( $P < 0,001$ ), e não houve alteração na emissão  $\text{CH}_4$ /animal/dia ( $P = 0,64$ ). No Exp. 2, o tratamento ABSA apresentou maior GPH ( $P < 0,01$ ) sem alterar o GMD ( $P = 0,14$ ), menor emissão de  $\text{CH}_4$ /animal/dia ( $P < 0,01$ ),  $\text{CH}_4$ /energia metabolizável consumida ( $P = 0,002$ ) e  $\text{CH}_4$ /GMD ( $P < 0,01$ ). Na estação seca, foi investigada a influência do sistema de recria sobre o GMD, PC final, peso e rendimento de carcaça na terminação em pastagens com suplementação (1 kg/100kg PC) ( $n = 9$ ), ou confinamento (unidade experimental = animais em baias individuais;  $n = 27$ ). As variáveis estudadas não foram alteradas pelo sistema de recria ( $P \geq 0,09$ ) em ambos os sistemas de terminação na estação seca. A exploração dos recursos forrageiros na recria durante a estação chuvosa permitiu maior eficiência comparada com ambos sistemas de terminação, com maior parcela do peso corporal adquirido até o abate, demandando menores desembolsos com suplementos. Os sistemas de recria avaliados podem ser usados conforme o contexto econômico e/ou objetivo de produção, por não influenciar o período de terminação.

**Palavras-chave:** agronegócio, gado de corte, metano, pastagens, suplementação.

## **GRAZING HEIGHT AND SUPPLEMENTATION TO BEEF YEARLING BULLS GROWING AND THE EFFECTS ON FINISHING PERIOD**

**ABSTRACT:** It was evaluated the effect of grazing height of Marandu grass, and the combination of increasing grazing heights with decreasing supplementation level (% of body weight (BW)) for yearling bulls during the wet season, on the average daily gain (ADG), gain per hectare (GPH) and emissions of methane (CH<sub>4</sub>). It were used 108 bulls in two experiments, each with three treatments and three replicates (paddocks) per treatment ( $n = 9$ ). Exp. 1: grazing heights were 15, 25 or 35 cm. Exp. 2: (1) short height (15 cm) and high supplementation (0.6 % of BW of a supplement (SHHS), (2) moderate height (25 cm) and moderate supplementation (0.3 % of BW of a supplement (MHMS), or tall height (35 cm) without additional supplementation (THWS). The experimental design was completely randomized. In the Exp. 1, the ADG increased linearly with increasing grazing height ( $P = 0.02$ ), the opposite were observed in the GPH ( $P < 0.01$ ), and the CH<sub>4</sub>/animal/day was not alter by treatments ( $P = 0.64$ ). In the Exp. 2, the ADG was not altering by treatments ( $P = 0.14$ ), but the SHHS treatment showed higher GPH ( $P < 0.01$ ), lower CH<sub>4</sub>/animal/day ( $P < 0.01$ ), lower CH<sub>4</sub>/metabolizable energy intake ( $P = 0.002$ ), and CH<sub>4</sub>/GMD ( $P < 0.01$ ). In the dry season, it were evaluated the effects of growth system on ADG, BW, weight and carcass yield in finishing period on grasslands with supplementation (1 kg/100 kg BW) (experimental unit = lot of three bulls;  $n = 9$ ), or feedlot (experimental unit = individual stalls;  $n = 27$ ). The grazing systems at growth phase during the wet season exhibited no effects on the studied variables ( $P \geq 0.09$ ) on finishing phase during the dry season. The forage resources on growth phase during the wet season allowed greatest production efficiency compared to finishing phase during the dry season in both finishing systems, exhibiting greatest BW gain until the slaughter time, expending less supplements costs. The growth phase productions systems during wet season can be used according the economic background or production targets, because did not influence the finishing phase.

**Keywords:** agribusiness, beef cattle, grasslands, methane, supplementation.

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

As condições climáticas e topográficas favoráveis ao desenvolvimento de plantas forrageiras tropicais, na maior parte do território brasileiro proporcionam ao país posição de destaque na produção mundial de carne bovina. De acordo com Mott (1960), a intensificação de produção em pastagens está relacionada com o aumento da taxa de lotação, e consequentemente com a intensidade de pastejo, onde maior taxa de lotação resultaria em maior ganho por hectare (GPH), porém, reduzindo a altura do pasto e o ganho médio diário (GMD).

De acordo com Poppi & McLennan (2007), o fornecimento de suplementos para bovinos de corte permite: aumentar a taxa de lotação das pastagens, balancear dietas com base em forragem reduzindo perdas energéticas metabólicas, como o gás metano ( $\text{CH}_4$ ), relacionado à impactos ambientais, e aumentar o GMD, porém, tal técnica também está relacionada ao aumento no desembolso, e o tipo e quantidade do suplemento a ser fornecido devem ser ajustados de acordo com as características qualitativas e quantitativas da forragem, viabilizando sua utilização.

O ajuste da altura do pasto e dose de suplemento na estação chuvosa pode resultar em maior peso corporal ao final da recria, o que implicaria na redução do período ou maior peso de abate na terminação na estação seca. De acordo com Carstens et al. (1991), o fornecimento de concentrado pode alterar a composição corporal dos bovinos, aumentando a participação de carcaça em relação ao peso corporal. Pouco se sabe quanto aos efeitos do sistema de recria durante a estação chuvosa sobre a terminação em pastagens ou confinamento na estação seca.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da altura do pasto de capim Marandu, e associação da altura do pasto e dose de suplemento na recria de tourinhos de corte na estação chuvosa, sobre: 1) GMD, GPH e emissões de  $\text{CH}_4$ ; 2) os efeitos do sistema de recria na estação chuvosa sobre o GMD, rendimento e peso de carcaça na terminação em pastagens com suplementação na estação seca, e 3) os efeitos do sistema de recria na estação chuvosa sobre o GMD, rendimento e peso de carcaça na terminação em confinamento na estação seca.

## 1.2. REVISÃO DE LITERATURA

### *Manejo das pastagens*

Manejo de pastagens é o conjunto de ações aplicadas à manipulação das relações entre a planta e o animal, para um dado objetivo de produção. A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim Marandu) é uma planta forrageira com expressiva participação na produção de bovinos de corte no Brasil (Da SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), devido às características favoráveis ao seu cultivo na maior parte do território nacional, e utilizada em diferentes sistemas de exploração. O método de pastejo é a estratégia de uso do pasto, manipulando a frequência e intensidade de pastejo pelos animais.

De acordo com Sollemlberger & Vanzant (2011), estudos realizados para identificar o melhor método de pastejo permanecem inconclusivos. Segundo os autores, em estudos comparando o método de lotação contínua (ocupação contínua da área durante uma estação de pastejo) ou lotação rotacionada (alternância de períodos de pastejo seguidos por períodos de descanso), 66 % não encontraram diferenças no desempenho, e 73 % não observaram variação na produção por hectare, desde que realizado ajuste na taxa de lotação.

O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção animal, sendo a variação no desempenho gerada principalmente pela qualidade da forragem disponível e ao consumo de energia digestível (REIS et al., 2009). O consumo voluntário influencia a eficiência com que os nutrientes ingeridos são utilizados, e quanto maior o consumo, mais elevado será o nível de produtividade dos animais e menores as exigências de nutrientes para cada unidade de produção animal (MERTENS, 2007).

De acordo com Mertens (1994), a regulação do consumo em ruminantes ocorre de duas formas: 1) se a dieta apresentar baixa densidade energética, o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen (mecanismo físico), ou 2) se a densidade da dieta for alta em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela sua demanda energética (mecanismo químico), ainda que o rúmen não esteja repleto. Ainda segundo o mesmo autor, variações no consumo são mais

impactantes sobre o desempenho que a composição das dietas, pois influenciam diretamente a taxa de passagem e consumo de nutrientes.

A oferta de forragem pode ser alterada com ajustes na taxa de lotação. De acordo com o modelo proposto por Mott (1960), baixas taxas de lotação resultam em elevada oferta de forragem e alto desempenho, porém, com baixa produtividade. Ao contrário, altas taxas de lotação resultam em baixa oferta de forragem, comprometendo o desempenho, porém, com elevada produtividade. Assim, seria impossível obter o máximo desempenho e máxima produtividade simultaneamente, e a eficiência dos sistemas estaria no equilíbrio entre ambos.

### *Uso de suplementos*

Após um eficiente manejo do pasto que favoreça o consumo e disponibilize forragem com maior valor nutritivo, a eficiência de utilização dos carboidratos fibrosos no rúmen pode ser melhorada com o uso de suplementos. Pode-se definir a suplementação como o ato de se adicionar os nutrientes deficientes na forragem disponível na pastagem, relacionando-os com as exigências específicas dos animais em pastejo, e melhorar as condições da microbiota ruminal à degradação da forragem (PAULINO et al., 2002).

A suplementação pode ser usada como meio de maximizar a utilização da forragem disponível, tendo em mente que o suplemento não deve fornecer nutrientes além das exigências dos animais. Através do fornecimento de todos, ou de alguns nutrientes específicos, que resultarão no consumo de maior quantidade de matéria seca (MS) e no aumento na eficiência de sua digestão, os investimentos com suplementação podem proporcionar significativa melhora nos sistemas de produção de bovinos em pastagens (HODGSON, 1990), ou ainda como ferramenta para aumentar a taxa de lotação das pastagens (EUCLIDES et al., 1997).

O potencial de conversão da forragem em produto animal pode ser representado pelo uso da fibra, o qual é principal componente em termos quantitativos é a fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd). Para uso eficiente da forragem com suplementação, devemos levar em consideração a potencialização de uso da fração FDNpd (ALLEN, 1996). Assim, o

fluxo do substrato também será influenciado pela velocidade das reações químicas e enzimáticas (DETMANN et al., 2010).

A FDN é quantitativamente a maior fonte de energia para ruminantes pastejando forrageiras tropicais. Os demais componentes dos alimentos capazes de produzir energia, extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e proteína bruta (PB) possuem coeficientes de digestibilidade verdadeira relativamente constantes e não sofrem grande influência de fatores dietéticos ou consumo (DETMANN et al., 2009). Neste contexto, o uso de suplementos pode gerar diferentes efeitos sobre o consumo de forragem.

De acordo com Moore et al. (1999), o fornecimento de suplementos pode causar alguns efeitos: 1) efeito aditivo, 2) efeito combinado e 3) efeito substitutivo. No efeito aditivo ocorre o aumento do consumo total de energia digestível, devido ao consumo do concentrado, podendo alterar ou não o consumo de forragem. No efeito combinado, há decréscimo no consumo de forragem e, ao mesmo tempo, elevação no de concentrado, o que resulta em maior consumo de energia digestível.

Ainda segundo Moore et al. (1999), o efeito substitutivo ocorre quando o consumo de energia se mantém constante, indicando que a ingestão do suplemento substituiu a do pasto. O efeito substitutivo é caracterizado pela diminuição do consumo de energia digestível oriunda da forragem, enquanto se observa aumento no consumo de concentrado. De modo geral, este efeito pode ser vantajoso em condições que proporciona incremento no desempenho com baixa oferta de forragem, ou aumento na taxa de lotação.

Estudos desenvolvidos na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, apontam que os efeitos da suplementação sobre o consumo de forragem são dependentes da oferta de forragem, quantidade de suplemento e composição química de ambos, em conjunto com fatores de manejo como horário de suplementação e disponibilidade de cocho. Embora a substituição possa ser útil em baixa oferta de forragem, com forragem de alta qualidade, a suplementação muitas vezes aumenta o desempenho animal, embora a maior ingestão dos alimentos concentrados em substituição à forragem esteja associada ao aumento no desembolso.

Um aspecto importante relacionado às interações entre a forragem e suplemento ocorre de maneira complexa durante a estação das águas. Neste período a situação é oposta ao observado na estação seca, pois a maior quantidade e qualidade da forragem permitem que animais em pastejo apresentem melhores desempenhos. Assim, a suplementação na estação chuvosa pode ser uma tecnologia que permite aumentar o desempenho de animais, aumentando o peso de ao abate, reduzindo o período de terminação, idade de abate ou a idade na primeira cria no caso de animais destinados à reprodução.

Sabe-se que as características nutricionais e quantidade de suplemento a ser fornecido vão depender da quantidade e da qualidade da forragem ofertada, que varia em função da adubação, do manejo adotado, das características do solo, espécie forrageira, condições climáticas, entre outros. Em razão disto, nesta época há grandes variações no valor nutritivo da forragem, e as características nutricionais e quantidades dos suplementos não deverão ser as mesmas em todas as estações.

O fornecimento de nitrogênio adicional via suplementos tende favorecer a síntese de proteína microbiana quando a energia não limita seu desenvolvimento, sendo observada resposta à suplementação proteica (DETMANN et al., 2014). Em pastos tropicais bem manejados no período das águas, com elevada oferta de lâminas foliares a proteína pode não ser o fator limitante, nestes casos ganhos adicional podem ser observados com o fornecimento de suplementos energéticos.

#### *Suplementação na estação chuvosa*

Estudos desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal (OLIVEIRA et al., 2015), quanto a quantidade de suplemento a ser fornecida, apontam que doses em torno de 0,3 % do peso corporal em pastos de baixa oferta de forragem tendem apresentar elevado ganho aditivo. Por outro lado, o fornecimento de suplementos em pastos bem manejados com boa composição química e elevada oferta de forragem tendem apresentar baixo ganho aditivo. Nestas condições o retorno financeiro do fornecimento de suplementos pode ficar comprometido.

A suplementação com alimentos concentrados no período das águas também consiste numa ferramenta auxiliar no manejo do pastejo (REIS et al., 2009). Quando

a quantidade e composição dos suplementos fornecidos no período das águas são ajustadas em relação à quantidade e qualidade da forragem, a suplementação não altera o consumo de forragem ou promove um efeito combinado com redução no consumo de forragem e aumento no consumo de nutrientes e consumo de energia.

Ainda seguindo o modelo proposto por Mott (1960), Barbero et al. (2014) observaram aumento no desempenho de bovinos com aumento do dossel forrageiro em capim Tanzânia, e relação inversamente proporcional à produtividade. Em revisão de literatura, Reis et al. (2009) constataram que a suplementação com 0,3% do peso corporal para bovinos de corte na estação chuvosa permite manter os animais em menor altura, com maior taxa de lotação, sem prejudicar o desempenho.

Se o modelo proposto por Mott (1960) distancia produtividade e desempenho, a suplementação em altas ofertas de forragem pode não proporcionar elevados ganhos aditivos e o ajuste da quantidade e composição química de suplementos poderia ser fornecidos em menores ofertas de forragem explorando altas taxas de lotação. Com isso, poderia proporcionar incrementos no desempenho, e consequentemente proporcionar elevada produtividade por unidade de área e alto desempenho simultaneamente.

#### *Efeitos da recria sobre a terminação*

A suplementação na recria de bovinos de corte na estação chuvosa pode promover incremento no desempenho e proporcionar animais mais pesados na terminação. Segundo Carstens et al. (1991), o aumento na participação de concentrado na dieta de bovinos pode aumentar o peso de carcaça em relação ao peso corporal, devido à redução do trato digestivo, principalmente redução do tamanho do rúmen. Entretanto, de acordo com Herson et al. (2004), a influência da suplementação no período de crescimento, sobre aspectos produtivos durante a fase de terminação não são bem esclarecidos.

O consumo de matéria seca e desempenho animal está relacionado com o metabolismo ruminal, e a população microbiana às características da dieta, sendo sensíveis às alterações de pH causadas por alterações da composição nutricional (RUSSEL & WILSON, 1996). Desta forma, a transição da fase de recria para terminação tanto em pastagens quanto em confinamento tende a ser um período

crítico, quando os animais passam a receber maiores doses de concentrado e reestruturação da população ruminal.

Se alterações na dieta e aumento na dose de concentrado na terminação podem causar reestruturação da população microbiana ruminal, animais suplementados na recria podem apresentar maior velocidade de adaptação neste período, apresentando melhor desempenho, resultando em carcaças mais pesadas ao final da fase de terminação. Deste modo, evidenciamos a necessidade de pesquisas sobre sistemas de recria de bovinos em intensidades de pastejo e doses de suplemento, e os efeitos gerados sobre a terminação em pastagens com suplementação ou confinamento.

### *Metano entérico*

A produção mundial de alimentos necessita acompanhar o crescimento populacional, e países como o Brasil tem atenção mundial por possuir grande potencial de incrementos na produção. Os sistemas de produção de bovinos no Brasil são dependentes do uso de forragens tropicais, e essa característica é possível devido às condições climáticas e topográficas favoráveis na maior parte do território nacional, favorecendo o desenvolvimento destas forrageiras e reduzindo os custos com alimentação dos rebanhos.

A pecuária está associada com a emissão de gases do efeito estufa e mudanças climáticas, particularmente com a emissão de metano pelos bovinos. De acordo com BRASIL (2010), a pecuária é responsável por 70% das emissões de metano no Brasil. A ação dos micro-organismos metanogênicos tem importante função na manutenção dos níveis de  $H_2$  no rúmen (gerado na fermentação ruminal), pela metanogênese e eliminado, em sua maior parte, por eructação. Assim, o metano pode ser associado com perdas de energia.

A produção de metano entérico por ruminantes é maior quando estes são submetidos à dietas de baixa qualidade, com elevada participação de conteúdo fibroso e baixa digestibilidade (KURIHARA et al., 1999; BEAUCHEMIN et al., 2008). Desta forma, o manejo das pastagens visando a oferta de forragem com melhor valor nutritivo pode ser uma estratégia de aumentar o desempenho e reduzir as emissões de metano por bovinos de corte em pastejo (BOLAND et al., 2013).

O incremento nas doses de concentrado na dieta está associado com aumento nos desembolso na produção, mas o fornecimento de suplementos permite ajustar dietas desbalanceadas e melhorar o equilíbrio de nutrientes no rúmen, reduzindo perdas metabólicas (POPPI & McLENNAN, 1995). A intensificação de produção pode ser eficiente para redução da emissão de metano pelos bovinos, pois nesse tipo de sistema a quantidade de energia gasta com a manutenção dos animais é relativamente menor (BERCHIELLI et al., 2013).

A metanogênese pode ser interpretada como uma forma de dreno ruminal, onde os micro-organismos metanogênicos consomem o excesso de  $H_2$  produzido no rúmen no processo de fermentação (FAHEY & BERGER, 1988). Os mesmos autores sugerem que a produção ruminal de ácidos acético e ácido butírico tem relação direta com a metanogênese, mas a produção de ácido propiônico consome  $H_2$ . Assim, as proporções dos ácidos graxos: ácido acético, ácido butírico e ácido propiônico no rúmen possuem relação com a metanogênese.

A população microbiana metanogênica no rúmen produz metano a partir do  $H_2$  e do  $CO_2$ , originados da fermentação da matéria orgânica ruminal. Então, para reduzir a metanogênese é necessário criar rotas metabólicas alternativas para estes gases (WEIMER, 1998), reduzindo o suprimento de  $H_2$  para a população metanogênica no rúmen, incrementando a produção de ácido propiônico (MORGAVI et al., 2010). A manipulação da dieta para ruminantes aumentando a concentração de energia metabolizável pode ser realizada no sentido da alteração de tais rotas metabólicas para redução da metanogênese, e maior eficiência nutricional.

De acordo com Russel & Wilson (1996), diferentes proporções de volumoso e concentrado na dieta alteram o pH ruminal, alterando também a população microbiana. A suplementação com carboidratos solúveis provoca a redução no pH ruminal, tornando o ambiente desfavorável à população celulolítica, e favorável à população amilolítica, produtora de ácido propiônico. Portanto, a suplementação de bovinos em pastagens com concentrado pode ser favorável à população celulolítica e à produção de ácido propiônico em relação ao ácido acético, alterando rotas metabólicas e reduzindo a metanogênese.

O suprimento de nitrogênio adicional via suplementos pode ser favorável à síntese de proteína microbiana quando a energia dietética não é fator limitante,

sendo observada resposta positiva à suplementação (DETMANN et al., 2014). Em pastos tropicais bem manejados na estação chuvosa, com elevada oferta de folhas verdes, proteína geralmente não é o fator limitante, e nestes casos a suplementação energética pode aumentar a concentração de energia metabolizável da dieta e melhorar a eficiência de uso dos nutrientes no ambiente ruminal, promovendo incrementos no desempenho.

Existe uma alta correlação entre a eficiência de produção e redução nas emissões de metano. Do ponto de vista nutricional, dietas bem balanceadas com baixas concentrações fibrosas reduzem as perdas de energia e melhoram o desempenho (BOLAND et al., 2013). Pastagens de forrageiras tropicais tendem apresentar elevadas frações fibrosas, principalmente quando mal manejadas. A suplementação pode auxiliar o balanceamento destas dietas, aumentando a eficiência de produção e reduzindo as emissões de metano, sendo favorável tanto do ponto de vista produtivo, quanto do ponto de vista ambiental.

### **1.3. HIPÓTESES**

As hipóteses deste estudo foram:

- 1) Altura do pasto altera desempenho e produtividade, mas a suplementação conforme altura do pasto permite modular ganhos;
- 2) Suplementação na recria altera o PC final, rendimento e peso de carcaça na fase de terminação em pastagens;
- 3) Suplementação na recria altera o PC final, rendimento e peso de carcaça na fase de terminação em confinamento.

#### 1.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.12, p.3063-3075, 1996.
- BARBERO, R.P.; BARBOSA, M.A.A.F.; CASTRO, L.M.; et al. Desempenho de novilhos de corte em pastos de capim-tanzânia sob quatro alturas de desfolha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.481-488, 2014.
- BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, p.21-27, 2008.
- BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; CARVALHO, I.P.; et al. Emissão de metano entérico em sistemas de produção de bovinos. In: XXIII Congresso brasileiro de zootecnia, **Proceedings...** Foz do Iguaçu, 2013, p.4847-4860.
- BOLAND, T.M.; QUINLAN, C.; PIERCE, K.M.; et al. The effect of pasture pre-grazing herbage mass on methane emissions, ruminal fermentation, and average daily gain of grazing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.8, p.3867-3874, 2013.
- BRASIL – Ministério da ciência, tecnologia e inovação. **Inventário brasileiro de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo protocolo de Montreal**: p. 2. Brasília, DF, 2010, 154 p.
- CARSTENS, G.E.; JOHNSON, D.E.; ELLENBERGER, M.A.; et al. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3251-3264, 1991.
- Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten Kinetics. **Livestock Science**, v.126, p. 136-146, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, VII, 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2010. p.191-240.
- DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p.141-153, 2014.
- EUCLIDES, V.B.P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R. et al. Efeito da suplementação com concentrado sobre a idade de abate e características de carcaça de bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1096-1102, 1997.
- FAHEY JÚNIOR.; G.C.; BERGER, L.L. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. p.269-297.
- HERSOM, M.J.; HORN, G.W.; KREHBIEL, C.R.; et al. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.262–272, 2004.
- HODGSON, J. **Grazing management. Science and practice**. Loughman Group UK. Ltd. Essex. Champaign. 1990. 203p.

- KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; et al. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, p.227-234, 1999.
- MERTENS, D.R.; Digestibility and intake. In: **Forages: The science of grassland agriculture**. BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; MOORE, K.J.; COLLINS, M (ed.). 6<sup>a</sup> ed. Ames: Iowa. Blackwell Publishing Ltd, 2007. v. 2. p.487-507.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. In: National Conference On Forage Quality, Evaluation And Utilization. Annual Meeting of American Society of Agronomy. Crop Science Society of America, Soil Science of America. **Proceedings...** Madison, Wisconsin. p.450-493, 1994.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE; W.E.; et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, n.1, p.122-135, 1999.
- MORGAVI, D.P.; FORANO, E.; MARTIN, C.; et al. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, p.124-1036, 2010.
- MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International grassland congress, 8. **Proceedings...** p.606-611, 1960.
- OLIVEIRA, A.P.; CASAGRANDE, D.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; et al.. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 53, p.1-7, 2015.
- PAULINO, M.F.; MORAES, E. H. B. K. de; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementação de novilhos mestiços recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas: desempenho. In: 39º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Recife, 2002.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- POPPI, D.; McLENNAN, S.R. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação protéica e energética. In: SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (ed.). 6º SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. **Anais...** Piracicaba, 2007.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009.
- RUSSEL, J.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1503-1509, 1996.
- SOLLENBERGER, L.E.; VANZANT, E.S. Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. **Crop Science**, v.51, p.420-432, 2011.
- WEIMER, P.J. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. **Journal of Animal Science**, v.76, 3114-3122, 1998.

## **CAPÍTULO 2 - ALTURA DO PASTO E SUPLEMENTAÇÃO NA RECRIA DE TOURINHOS DE CORTE NA ESTAÇÃO CHUVOSA**

**RESUMO:** Foram realizados dois experimentos para mensurar os efeitos da altura do pasto do capim Marandu sob lotação contínua na estação chuvosa e doses de suplemento na recria de tourinhos da raça Nelore sobre o ganho médio diário (GMD), ganho de peso corporal (PC) por hectare (GPH) e emissões de metano ( $\text{CH}_4$ ). Exp. 1: três alturas de pastejo foram avaliadas: 15; 25 e 35 cm, com 0,3 % do PC de suplemento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, ( $n = 9$ ), e os efeitos foram analisados por contrastes ortogonais polinomiais. Exp. 2: as alturas crescentes de pastejo foram combinadas com doses decrescentes de suplementação: altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC de suplemento (ABSA); altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC de suplementação (AMSM) ou altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado ( $n = 9$ ), e os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). No Exp. 1, o GMD aumentou linearmente ( $P = 0,02$ ), porém, o GPH decresceu linearmente ( $P = 0,0002$ ) com aumento da altura do pasto. A emissão de metano por animal não foi alterada ( $P = 0,64$ ) pela altura do pasto. No Exp. 2, os tratamentos não alteraram o GMD ( $P = 0,14$ ). Entretanto, o GPH foi maior ( $P < 0,0001$ ) no tratamento ABSA. Os animais submetidos aos tratamentos ABSA e AMSM apresentaram menor emissão de  $\text{CH}_4$  ( $P < 0,0001$ ). O tratamento ABSA proporcionou maior GPH sem prejudicar o GMD. O ajuste da dose de suplemento conforme a intensidade de pastejo aumenta o GPH, sem prejudicar o GMD, e ainda proporcionar maior eficiência nutricional na produção de bovinos de corte, reduzindo a emissão de  $\text{CH}_4/\text{GMD}$  e MJ  $\text{CH}_4/\text{MJ}$  metabolizável consumida.

**Palavras-chave:** gado de corte, metano, pastagens, recria, suplementação.

---

Publicação: BARBERO, R.P.; MALHEIROS, E.B.; ARAÚJO, T.L.R.; NAVE, R.L.G.; MULLINIKS, J.T.; BERCHIELLI, T.T.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

## 2.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil estão estreitamente relacionados com a exploração de pastagens tropicais. A intensidade de pastejo influencia nas características do dossel e consequentemente no consumo, ganho de peso médio diário (GMD) e ganho de peso por hectare (GPH) (Da SILVA et al., 2013). Segundo o modelo proposto por Mott (1960), em baixas intensidades de pastejo, baixa taxa de lotação proporciona aumento na massa de forragem, consumo de matéria seca (MS) e GMD, porém, com redução do GPH.

De acordo com Sollenberger & Vanzant (2011), pastos com maiores intensidades de pastejo tendem apresentar elevado GPH devido à alta taxa de lotação, necessária para manutenção de menores alturas do dossel forrageiro, porém com baixo GMD pela baixa ingestão de MS, decorrente da baixa oferta de forragem, quando não são utilizados suplementos. Portanto, é impossível explorar o máximo GMD e GPH simultaneamente. Neste contexto, o uso de suplementos pode resultar no equilíbrio entre ambos.

Em estudos com gramíneas tropicais, pastos com maiores alturas apresentam baixo GMD aditivo em resposta ao uso de suplementos (CASAGRANDE et al., 2011) e o retorno econômico dos investimentos na suplementação são comprometidos. O contrário é observado em baixas alturas de pastejo, onde animais não suplementados apresentam baixo GMD e o fornecimento de suplementos pode promover elevado GMD aditivo (REIS et al., 2013). Assim, para viabilidade da suplementação, esta deve ser ajustada conforme a oferta de forragem.

O fornecimento de nitrogênio adicional via suplementos tende favorecer a síntese de proteína microbiana quando a energia não limita seu desenvolvimento, sendo observada resposta à suplementação proteica (DETMANN et al., 2014). Em pastos tropicais bem manejados no período das águas, com elevada oferta de lâminas foliares a proteína pode não ser o fator limitante, nestes casos ganhos adicional podem ser observados com o fornecimento de suplementos energéticos, usando nitrogênio disponível de forma eficiente.

A eficiência de produção está relacionada com a redução nas emissões do gás metano (CH<sub>4</sub>), coproduto da fermentação anaeróbia no rúmen, e amplamente

associado à impactos ambientais. Do ponto de vista nutricional, o balanceamento das dietas, redução na participação de tecidos fibrosos e aumento na digestibilidade reduzem as perdas energéticas na forma de  $\text{CH}_4$  e aumenta o desempenho (BOLAND et al., 2013). Dietas com base em forrageiras tropicais geralmente apresentam elevada fração fibrosa, e a suplementação com concentrado pode aumentar a eficiência destes sistemas.

A hipótese deste estudo é que a altura do pasto pode alterar parâmetros produtivos, mas o uso de diferentes doses de suplemento para tourinhos de corte, ajustado conforme a altura do pasto pode melhorar a eficiência nutricional, resultando no equilíbrio entre o GMD e o GPH. O objetivo deste estudo foi mensurar o efeito da altura do pasto e da combinação entre alturas de pastejo do capim Marandu com doses de suplemento na recria de tourinhos de corte sobre o GMD, GPH e emissões de  $\text{CH}_4$  durante a estação chuvosa.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

### *Área experimental*

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente no setor de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil (21°15'22" S latitude, 48°18'58" 77 W longitude e 595 m). O clima típico da região é subtropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso. Os pastos usados foram implantados no verão de 2001 com *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu (capim Marandu), e dividido em 18 piquetes experimentais (APÊNDICE 2), manejados em três alturas de pastejo: 15 cm ( $n = 6$ ), 25 cm ( $n = 6$ ) e 35 cm ( $n = 6$ ).

Os experimentos foram conduzidos na estação chuvosa 2012/2013. As alturas de pastejo foram estabelecidas de 26 de Novembro de 2012 a 11 de Janeiro de 2013. O período de adaptação dos animais às condições experimentais foi de 12 a 26 de Janeiro de 2013 (14 dias) + 84 dias experimentais pós-adaptação (até 20 de Abril de 2013). Foi aplicada fertilização de manutenção com 180 kg/ha de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (4:14:8) em 10 de Dezembro de 2012. Foram aplicados 160 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia, parcelado em três aplicações, conforme chuvas. Os dados climáticos e a composição química do solo são apresentados nos apêndices 3 e 4, respectivamente.

### *Animais e tratamentos*

#### *Experimento 1*

Foram avaliadas três alturas de pastejo (15; 25 e 35 cm), com três repetições cada (piquetes) ( $n = 9$ ), em delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram utilizados 60 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial média de 12 meses e PC inicial médio de  $335 \pm 6,3$  kg, distribuídos ao acaso em grupos de seis animais por piquete. Os demais animais foram utilizados para ajuste da altura do pasto, adicionados ou removidos quando necessário (MOTT & LUCAS, 1952). Os procedimentos adotados foram previamente avaliados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP (APÊNDICE 1).

As alturas de pastejo foram adotadas de acordo com a amplitude recomendada para pastejo de capim Marandu sob lotação contínua (Da SILVA et al., 2013). As áreas dos piquetes foram: 0,7; 1,0 e 1,3 ha para os tratamentos 15; 25 e 35, respectivamente, visando manter o mesmo número de animais por piquete. Foi fornecido suplemento diário às 11h00m em cocho coletivo (1,8 m, com acesso de ambos os lados), na dose de 0,3 % do PC (161 g proteína bruta (PB)/kg e 20,1 MJ energia bruta (EB)/kg, na MS), formulado com base na análise prévia da forragem ( $124 \pm 7,1$  g/kg PB), almejando GMD de 1,0 kg/dia (NRC, 1996) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição dos suplementos utilizados na recria de tourinhos de corte da raça Nelore em pastos de capim Marandu na estação chuvosa.

|                                      | Suplementação (% PC) |      |      |
|--------------------------------------|----------------------|------|------|
|                                      | MM <sup>1</sup>      | 0,3  | 0,6  |
| <i>Ingredientes</i>                  |                      |      |      |
| Polpa cítrica (g/kg MS)              | -                    | 380  | 470  |
| Milho triturado (g/kg MS)            | -                    | 230  | 235  |
| Caroço de algodão (g/kg MS)          | -                    | 310  | 230  |
| Núcleo mineral (g/kg MS)             | 1000                 | 80,0 | 65,0 |
| <i>Composição química</i>            |                      |      |      |
| Matéria seca (g/kg)                  | 948                  | 903  | 895  |
| Cálcio (g/kg MS)                     | 145                  | 16,0 | 10,0 |
| Fósforo (g/kg MS)                    | 80,0                 | 6,00 | 4,00 |
| Magnésio (g/kg MS)                   | 10,0                 | 1,00 | 0,50 |
| Enxofre (g/kg MS)                    | 40,0                 | 3,00 | 1,50 |
| Sódio (g/kg MS)                      | 130                  | 13,0 | 7,00 |
| Proteína bruta (g/kg MS)             | -                    | 161  | 142  |
| Fibra em detergente neutro (g/kg MS) | -                    | 144  | 158  |
| Fibra em detergente ácido (g/kg MS)  | -                    | 83,9 | 92,0 |
| Energia bruta (MJ/kg MS)             | -                    | 20,1 | 18,9 |
| DIVMS (g/kg MS)                      | -                    | 822  | 793  |
| DIVMO (g/kg MS)                      | -                    | 848  | 826  |

<sup>1</sup>Mistura mineral (fornecimento *ad libitum*). Peso corporal (PC). Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO).

## Experimento 2

No segundo experimento, as mesmas alturas crescentes de pastejo (15; 25 e 35 cm) foram combinadas com doses decrescentes de suplemento: altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC de suplemento 142 g PB/kg e 18,9 MJ EB/kg, base MS) (ABSA); altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC de suplementação 161 g PB/kg e 20,1 MJ EB/kg, base MS) (AMSM) ou altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM), compondo três tratamentos, com três repetições (piquetes) por tratamento ( $n = 9$ ).

Foram utilizados 60 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial média de 12 meses e PC inicial médio de  $336 \pm 5,7$  kg, distribuídos ao acaso em grupos de seis animais por piquete. Os animais restantes foram utilizados para ajuste da altura do pasto, adicionados ou removidos quando necessário (MOTT & LUCAS, 1952). Os suplementos foram formulados com base na análise prévia da forragem, almejando GMD de 1,00 kg/dia (NRC, 1996) (Tabela 1). Os procedimentos adotados foram previamente avaliados e aprovados pela CEUA, UNESP (APÊNDICE 1).

#### *Amostras de forragem*

A altura do pasto foi mensurada semanalmente, na curvatura das folhas superiores com régua graduada em centímetros, em 80 pontos por hectare. Para estimativa da massa de forragem, oito amostras foram colhidas por corte nos pontos médios em cada piquete ( $\pm 5,0$  cm do solo), usando moldura circular de  $0,25 \text{ m}^2$ , em intervalos de 28 dias (Janeiro a Abril, 2013). As amostras foram separadas quanto às frações morfológicas: material morto, colmos + bainhas ou folhas verdes, secos em estufa ( $55 \pm 5^\circ \text{ C}$  por 72 h) para estimativa da massa seca por hectare.

Para estimar a composição química da forragem, amostras foram colhidas usando a técnica da simulação manual de pastejo, em aproximadamente 20 pontos por hectare, compondo amostras de aproximadamente 200 g, nas mesmas ocasiões de colheita de amostras para estimativa da massa de forragem por hectare, descritas anteriormente. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçado ( $55 \pm 5^\circ \text{ C}$ , por 72 h), trituradas em moinho (Thomas-Wiley Laboratory Mill Model 4, H. Thomas Co.), identificadas, e encaminhadas para análises laboratoriais.

#### *Composição química*

A matéria seca (MS: AOAC 934.01) e matéria orgânica (MO: AOAC 942.05) foram estimados conforme procedimentos descritos em AOAC (1990). A proteína bruta (PB) foi estimada utilizando aparelho LECO® FP 528 (Leco corporation, Michigan, USA). Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram estimadas conforme princípios descritos por Mertens (2002), utilizando bolsas filtrantes e equipamento ANKOM® (Ankom technologies, New York, USA). A digestibilidade *in vitro* foi estimada com equipamento e metodologia ANKOM®, *Daisy*<sup>II</sup> (Ankon technologies, New York, USA), com líquido ruminal diluído (25 %) de tourinhos em pastejo, recebendo suplementação mineral, proteica e energética. Tal como Fiorentini et al. (2013), a energia bruta (EB) foi obtida utilizando bomba calorimétrica adiabática (PARR Instrument Company 6300, Illinois, USA).

#### *Estimativa de consumo*

O consumo foi obtido utilizando três marcadores para estimar a excreção fecal, consumo de MS de suplemento e consumo de MS total. Para estimar a excreção fecal, foi utilizado o marcador externo lignina isolada, purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis* (500 mg), via oral durante seis dias, com coletas de fezes nos últimos três a cada 12 horas (SANTOS et al., 2011), iniciando no 42º dia experimental pós-adaptação. As fezes foram secas ( $55 \pm 5^\circ \text{C}$ , por 72 horas), trituradas, separadas por animal, e a excreção fecal calculada a partir da concentração do marcador, obtida por espectroscopia de infravermelho (SALIBA et al., 2013).

Para estimar o consumo de MS de suplemento, foi utilizado o marcador externo dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) (TITGEMEYER et al., 2001), adicionado no suplemento na quantidade de 10 g. por tourinho durante nove dias, com coletas de fezes nos últimos três a cada 12 horas (coincidindo com os períodos de coleta de fezes descritos anteriormente), secas ( $55 \pm 5^\circ \text{C}$ , por 72 horas), trituradas, digeridas com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Foi estabelecida curva padrão com as concentrações: 0; 2; 4; 6; 8 e 10 mg de  $\text{TiO}_2$ , por espectrofotometria de absorção atômica, com comprimento de onda ultravioleta de 410 nanômetros (MYERS et al., 2004). A partir da concentração de  $\text{TiO}_2$ , foi calculado o consumo de MS de suplemento (CMSS) pela equação:

$$\text{CMSS} = ([\text{g. TiO}_2/\text{g. fezes}] \times \text{excreção fecal}) / [\text{g. TiO}_2/\text{g suplemento}]$$

O consumo de MS de forragem foi estimado pelo marcador FDN indigestível (FDNi), obtido por incubação ruminal (NOCEK & ENGLISH, 1986) por 240 horas (CASALI et al., 2008), usando inóculo de tourinhos Nelore em pastejo. O consumo de forragem foi calculado utilizando a equação:

$$\text{CMSF} = (\text{EF} \times [\text{MiF}] - \text{CMSS} \times [\text{MiS}]) / [\text{MiH}]$$

onde: CMSF = consumo de MS de forragem, EF = excreção fecal, CMSS = consumo de MS de suplemento, [MiF], [MiS] e [MiH] são as concentrações do marcador interno nas fezes, suplemento e na forragem, respectivamente. O consumo de MS total foi obtido pela soma do consumo de forragem e suplemento.

Para estimar o consumo de energia metabolizável (EM), foi calculada a digestibilidade aparente da EB com a equação:

$$\text{EB digestível} = (\text{EB}_{\text{consumida}} - \text{EB}_{\text{excretada}}) / \text{EB}_{\text{consumida}}$$

A energia metabolizável foi calculada pela multiplicação da energia digestível calculada por 0,82 (NRC, 1996).

#### *Emissão de metano*

A emissão de CH<sub>4</sub> entérico por eructação foi obtida pela técnica do gás hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) (JOHNSON et al., 1994). Cápsulas metálicas com liberação constante e conhecida de SF<sub>6</sub> foram inseridas no rúmen via oral. Um cabresto equipado com tubo capilar foi ajustado na cabeça dos tourinhos, e conectado a uma câmara (canga) de cloreto de polivinila, previamente submetida a vácuo. Conforme dissipação do vácuo, amostras de gás emitidas foram constantemente aspiradas e armazenadas nas cangas, no pescoço dos tourinhos.

As cangas foram trocadas diariamente durante seis dias consecutivos, com início no 42º dia experimental pós-adaptação. As concentrações de CH<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub> foram obtidas por cromatografia gasosa. A taxa de emissão de CH<sub>4</sub> pelos tourinhos foi

calculada em relação à emissão de SF<sub>6</sub> pela cápsula no rúmen, com subtração da concentração de CH<sub>4</sub> ambiental pela equação:

$$CH_4 = C_{SF_6} \times ([CH_4]_c - [CH_4]_{Amb}) / [SF_6]_c$$

onde: CH<sub>4</sub> = taxa diária de emissão por animal, C<sub>SF<sub>6</sub></sub> = emissão conhecida de SF<sub>6</sub> pela cápsula ruminal, [CH<sub>4</sub>]<sub>c</sub> = concentração de CH<sub>4</sub> coletada na canga, [CH<sub>4</sub>]<sub>Amb</sub> = concentração de CH<sub>4</sub> no ambiente, e [SF<sub>6</sub>]<sub>c</sub> = concentração de SF<sub>6</sub> na canga.

### *Produção animal*

O período experimental foi de 84 dias. Os tourinhos foram pesados no início e no final do experimento, em jejum (12 h). Os índices foram calculados com as equações:

Ganho de PC (kg) = PC<sub>final</sub> – PC<sub>inicial</sub>;

GMD = ganho de PC (kg) / dias;

GPH =  $\sum$  ganho de PC / área (ha);

Taxa de lotação (UA (450 kg PC) / ha) =  $[(\sum PC_{\text{médio}}) / 450] / \text{área (ha)}$ ;

Oferta de forragem (kg MS/kg PC) =  $[(\text{kg MS/ha}) / (\sum PC_{\text{médio}})] / \text{área (ha)}$ .

Os tourinhos foram pesados sem jejum a cada 28 dias para ajuste de fornecimento dos suplementos (% do PC).

### *Análises estatísticas*

Foi adotado delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições (piquetes) por tratamento ( $n = 9$ ), em ambos os experimentos. Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA): normalidade dos erros e homocedasticidade, utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS<sup>®</sup> (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). No Exp. 1, assumindo os tratamentos como fatores quantitativos contínuos, os dados foram analisados por contrastes ortogonais polinomiais, utilizando os

procedimentos PROC MIXED do software SAS<sup>®</sup> (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008), adotando o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + TR_i + \varepsilon_{ij}$$

onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente;  $\mu$  = efeito geral da média;  $TR_i$  = efeito do tratamento " $i$ ", " $j$ " = repetição, e  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório. No Exp. 2, assumindo os fatores como qualitativos, foi aplicado teste Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação das médias, utilizando os procedimentos PROC MIXED do software SAS<sup>®</sup> (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008).

## 2.3. RESULTADOS

### *Experimento 1*

A mensuração semanal das alturas de pastejo, e ajustes na taxa de lotação permitiu a manutenção das alturas reais observadas conforme pré-estabelecido:  $15,1 \pm 0,3$ ;  $25,3 \pm 0,8$  e  $35,4 \pm 1,5$  cm, para as alturas pré-estabelecidas 15; 25 e 35 cm, respectivamente (APÊNDICE 5). A massa de forragem foi influenciada pela altura do pasto (quadrático;  $P = 0,03$ ). A massa de forragem de material morto, colmos + bainhas e folhas apresentaram resposta linear ( $P = 0,01$ ;  $P < 0,01$  e  $P < 0,01$ , respectivamente), aumentando com aumento da altura do pasto (Tabela 2).

A altura do pasto alterou algumas variáveis na composição. As concentrações de MS ( $P = 0,37$ ), PB ( $P = 0,19$ ), FDN ( $P = 0,07$ ), FDA ( $P = 0,44$ ) não foram alteradas. Entretanto, a altura do pasto influenciou sobre a MO (quadrático;  $P = 0,01$ ), EB (linear;  $P = 0,04$ ), DIVMS (linear;  $P = 0,02$ ) e DIVMO (linear;  $P = 0,02$ ) com aumento da altura do pasto (Tabela 2). A taxa de lotação e a oferta de forragem total apresentaram resposta quadrática ( $P = 0,05$  e  $P < 0,01$ , respectivamente) (Tabela 3).

A altura do pasto influenciou o consumo de MS de forragem e total, aumentando linearmente ( $P = 0,02$  e  $0,03$ , respectivamente). O consumo de EB e kg PB/kg MO digestível não foi afetado ( $P = 0,27$  e  $0,21$ , respectivamente). O GMD apresentou resposta linear positiva ( $P = 0,02$ ), com aumento na altura do pasto. Entretanto, o GPH ( $P < 0,01$ ) e  $\text{CH}_4/\text{ha}/\text{dia}$  ( $P < 0,01$ ) apresentaram resposta linear negativa, decrescendo com a altura do pasto. A altura do pasto não alterou ( $P \geq 0,09$ )  $\text{CH}_4/\text{animal}/\text{dia}$ ,  $\text{CH}_4/\text{GMD}$ ,  $\text{CH}_4/\text{consumo de MS}$ ,  $\text{CH}_4/\text{kg de MO digestível consumido}$  e MJ  $\text{CH}_4/\text{MJ EM consumida}$  (Tabela 3).

### *Experimento 2*

A massa de forragem total, de colmos + bainhas, folhas e material morto foram maiores no tratamento AAMM ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,01$  e  $P < 0,01$ , respectivamente) (Tabela 4). A taxa de lotação foi maior ( $P < 0,01$ ) no tratamento ABSA e menor no tratamento AAMM, resultando em maior oferta de forragem total

( $P < 0,01$ ) e maior oferta de forragem de folhas ( $P < 0,01$ ) no tratamento AAMM, menor no tratamento ABSA e intermediária no tratamento AMSM (Tabela 5).

O tratamento ABSA apresentou menor MO ( $P < 0,01$ ; Tabela 4), e maior EB ( $P = 0,05$ ). O tratamento AAMM apresentou menor DIVMS ( $P = 0,04$ ) e DIVMO ( $P = 0,04$ ). Os tratamentos não alteraram a concentração de MS ( $P = 0,64$ ), PB ( $P = 0,18$ ), FDN ( $P = 0,45$ ) e FDA ( $P = 0,61$ ). O menor consumo de MS de forragem foi observado no tratamento ABSA ( $P = 0,04$ ), e o maior no tratamento AAMM. Entretanto, o maior consumo de EB foi observado no tratamento ABSA ( $P < 0,001$ ), e o menor no tratamento AAMM. O consumo de MS total e a relação entre o consumo de PB e o consumo de MO digestível não foram influenciados ( $P = 0,28$  e  $0,12$ , respectivamente) pelos tratamentos (Tabela 5).

O GMD não foi alterado ( $P = 0,14$ ) pelos tratamentos, entretanto, foi observada diferença no GPH ( $P < 0,01$ ), maior no tratamento ABSA, e menor no tratamento AAMM, assim como observado na emissão de  $\text{CH}_4/\text{ha}$ , maior no tratamento ABSA ( $P < 0,01$ ). O contrário foi observado na emissão de  $\text{CH}_4/\text{animal}/\text{dia}$  ( $P < 0,01$ ),  $\text{CH}_4/\text{GMD}$  ( $P < 0,01$ ),  $\text{CH}_4/\text{consumo de MS}$  ( $P < 0,01$ ),  $\text{CH}_4/\text{kg de MO digestível consumido}$  ( $P < 0,01$ ) e  $\text{MJ CH}_4/\text{MJ EM consumida}$  ( $P < 0,02$ ), maiores no tratamento AAMM e menores no tratamento ABSA (Tabela 5).

**Tabela 2.** Características do capim Marandu manejado em três alturas de pastejo sob lotação contínua na estação chuvosa (médias de Janeiro a Abril, 2013) por tourinhos de corte da raça Nelore.

| Item                              | Altura (cm) |      |       | Erro<br>Padrão | Efeito | P-valor |
|-----------------------------------|-------------|------|-------|----------------|--------|---------|
|                                   | 15          | 25   | 35    |                |        |         |
| Massa de forragem                 |             |      |       |                |        |         |
| Massa total (kg/ha)               | 5994        | 7735 | 11016 | 271            | Q      | 0,03    |
| Folhas verdes (kg/ha)             | 2595        | 3166 | 4237  | 278            | L      | <0,0001 |
| Colmos+bainhas (kg/ha)            | 2368        | 3335 | 5261  | 216            | L      | <0,0001 |
| Material morto (kg/ha)            | 1030        | 1234 | 1517  | 76,7           | L      | <0,0001 |
| Oferta <sup>1</sup> (kg MS/kg PC) | 1,90        | 3,41 | 6,32  | 0,27           | Q      | 0,001   |
| Oferta <sup>2</sup> (kg MS/kg PC) | 0,83        | 1,42 | 2,47  | 0,23           | L      | <0,0001 |
| Composição química                |             |      |       |                |        |         |
| MO (g/kg MS)                      | 910         | 925  | 924   | 18,4           | Q      | 0,01    |
| PB (g/kg MS)                      | 151         | 139  | 137   | 4,85           | ns     | 0,19    |
| FDN (g/kg MS)                     | 577         | 600  | 595   | 44,7           | ns     | 0,07    |
| FDA (g/kg MS)                     | 289         | 293  | 297   | 32,1           | ns     | 0,44    |
| DIVMS (g/kg MS)                   | 684         | 669  | 646   | 12,1           | L      | 0,02    |
| DIVMO (g/kg MS)                   | 717         | 705  | 677   | 14,2           | L      | 0,02    |
| EB (MJ/kg MS)                     | 16,1        | 16,0 | 15,8  | 0,15           | L      | 0,04    |

Composição química de amostras obtidas por técnica de pastejo simulado. 1 MJ = 239 Kcal. Matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DIVMO), energia bruta (EB), efeito quadrático (Q), efeito linear (L) e não significativo (ns).

<sup>1</sup> Oferta de forragem total.

<sup>2</sup> Oferta de forragem de folhas.

**Tabela 3.** Efeitos da altura do pasto do capim Marandu sob lotação contínua na estação chuvosa, sobre a recria de tourinhos de corte da raça Nelore (médias de Janeiro a Abril, 2013).

| Item                                 | Altura (cm) |      |       | Erro Padrão | Efeito | P-valor |
|--------------------------------------|-------------|------|-------|-------------|--------|---------|
|                                      | 15          | 25   | 35    |             |        |         |
| <i>Consumo por animal</i>            |             |      |       |             |        |         |
| Total (kg MS/dia)                    | 8,81        | 9,92 | 10,50 | 0,24        | L      | 0,03    |
| Forragem (kg MS/dia)                 | 7,57        | 8,65 | 9,23  | 0,22        | L      | 0,02    |
| PB/MO digestível (g/kg)              | 191         | 184  | 191   | 9,33        | Ns     | 0,21    |
| Energia metabolizável (MJ/dia)       | 82,1        | 90,6 | 94,9  | 22,7        | Ns     | 0,19    |
| <i>Produção animal</i>               |             |      |       |             |        |         |
| Taxa de lotação (UA/ha)              | 7,11        | 5,09 | 3,91  | 0,13        | Q      | 0,05    |
| GMD (kg/animal/dia)                  | 1,08        | 1,15 | 1,20  | 0,05        | L      | 0,02    |
| GPH (kg PC/ha)                       | 778         | 578  | 470   | 17,9        | L      | 0,0002  |
| <i>Emissões de metano</i>            |             |      |       |             |        |         |
| CH <sub>4</sub> (g/animal/dia)       | 129         | 132  | 123   | 9,83        | Ns     | 0,64    |
| CH <sub>4</sub> (kg/ha/dia)          | 1,11        | 0,79 | 0,57  | 0,04        | L      | 0,001   |
| CH <sub>4</sub> (g/kg ganho PC)      | 119         | 115  | 101   | 5,50        | Ns     | 0,09    |
| CH <sub>4</sub> (g/kg MS consumida)  | 14,6        | 13,3 | 11,7  | 1,10        | Ns     | 0,40    |
| CH <sub>4</sub> (g/kg MO digestível) | 19,9        | 18,4 | 16,8  | 2,85        | Ns     | 0,71    |
| CH <sub>4</sub> (MJ/MJ EM consumida) | 0,09        | 0,08 | 0,07  | 0,01        | Ns     | 0,29    |

Peso corporal (PC) inicial =  $334,9 \pm 6,31$  kg, UA = 450 kg PC, proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), ganho médio diário (GMD), energia metabolizável (EM), ganho de PC por hectare (GPH), 55,22 MJ/kg CH<sub>4</sub> (Brower, 1965), efeito quadrático (Q), efeito linear (L) e não significativo (ns). 1 MJ = 239 Kcal.

**Tabela 4.** Características do capim Marandu manejado em três alturas de pastejo sob lotação contínua e doses de suplemento na estação chuvosa (médias de Janeiro a Abril, 2013) por tourinhos de corte da raça Nelore.

| Item                              | Tratamentos       |                    |                    | Erro Padrão | P-valor |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|---------|
|                                   | ABSA <sup>1</sup> | AMSM <sup>2</sup>  | AAMM <sup>3</sup>  |             |         |
| Massa de forragem                 |                   |                    |                    |             |         |
| Massa total (kg/ha)               | 5928 <sup>c</sup> | 7735 <sup>b</sup>  | 10879 <sup>a</sup> | 268         | <0,0001 |
| Folhas verdes (kg/ha)             | 2554 <sup>b</sup> | 3166 <sup>b</sup>  | 4197 <sup>a</sup>  | 298         | 0,002   |
| Colmos+bainhas (kg/ha)            | 2368 <sup>c</sup> | 3335 <sup>b</sup>  | 5225 <sup>a</sup>  | 159         | <0,0001 |
| Material morto (kg/ha)            | 1005 <sup>b</sup> | 1234 <sup>ab</sup> | 1456 <sup>a</sup>  | 56,1        | 0,0002  |
| Oferta <sup>4</sup> (kg MS/kg PC) | 1,89 <sup>c</sup> | 3,41 <sup>b</sup>  | 6,17 <sup>a</sup>  | 0,16        | <0,0001 |
| Oferta <sup>5</sup> (kg MS/kg PC) | 0,83 <sup>c</sup> | 1,42 <sup>b</sup>  | 2,41 <sup>a</sup>  | 0,10        | <0,0001 |
| Composição química                |                   |                    |                    |             |         |
| MO (g/kg MS)                      | 911 <sup>b</sup>  | 925 <sup>a</sup>   | 924 <sup>a</sup>   | 32,5        | 0,004   |
| PB (g/kg MS)                      | 140               | 139                | 138                | 6,62        | 0,18    |
| FDN (g/kg MS)                     | 588               | 600                | 590                | 48,4        | 0,44    |
| FDA (g/kg MS)                     | 295               | 293                | 299                | 35,5        | 0,61    |
| DIVMS (g/kg MS)                   | 677 <sup>a</sup>  | 669 <sup>a</sup>   | 650 <sup>b</sup>   | 61,0        | 0,04    |
| DIVMO (g/kg MS)                   | 716 <sup>a</sup>  | 705 <sup>a</sup>   | 682 <sup>b</sup>   | 55,2        | 0,04    |
| EB (MJ/kg MS)                     | 16,4 <sup>a</sup> | 16,0 <sup>b</sup>  | 15,7 <sup>b</sup>  | 0,15        | 0,05    |

Composição química de amostras obtidas por técnica de pastejo simulado. 1 MJ = 239 Kcal. Matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DIVMO) e energia bruta (EB). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> ABSA: altura baixa (15 cm), suplementação alta (0,6% do PC).

<sup>2</sup> AMSM: altura moderada (25 cm), suplementação moderada (0,3% do PC).

<sup>3</sup> AAMM: altura alta (35 cm), mistura mineral.

<sup>4</sup> Oferta de forragem total.

<sup>5</sup> Oferta de forragem de folhas.

**Tabela 5.** Efeitos da altura do pasto do capim Marandu sob lotação contínua e dose de suplemento na estação chuvosa (médias de Janeiro a Abril, 2013), sobre a recria de tourinhos de corte da raça Nelore.

| Item                                 | Tratamentos       |                    |                   | Erro Padrão | P-valor |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------|---------|
|                                      | ABSA <sup>1</sup> | AMSM <sup>2</sup>  | AAMM <sup>3</sup> |             |         |
| <i>Consumo por animal</i>            |                   |                    |                   |             |         |
| Total (kg MS/dia)                    | 10,6              | 9,92               | 9,74              | 0,35        | 0,28    |
| Forragem (kg MS/dia)                 | 7,98 <sup>b</sup> | 8,65 <sup>ab</sup> | 9,74 <sup>a</sup> | 0,29        | 0,04    |
| PB/MO digestível (g/kg)              | 193               | 184                | 192               | 9,78        | 0,12    |
| Energia metabolizável (MJ/dia)       | 95,9 <sup>a</sup> | 90,6 <sup>ab</sup> | 86,3 <sup>b</sup> | 2,54        | <0,0001 |
| <i>Produção animal</i>               |                   |                    |                   |             |         |
| Taxa de lotação (UA/ha)              | 7,06 <sup>a</sup> | 5,09 <sup>b</sup>  | 3,96 <sup>c</sup> | 0,22        | <0,0001 |
| GMD (kg/animal/dia)                  | 1,11              | 1,15               | 1,13              | 0,01        | 0,14    |
| GPH (kg PC/ha)                       | 799 <sup>a</sup>  | 578 <sup>b</sup>   | 436 <sup>c</sup>  | 7,21        | <0,0001 |
| <i>Emissões de metano</i>            |                   |                    |                   |             |         |
| CH <sub>4</sub> (g/animal/dia)       | 115 <sup>c</sup>  | 132 <sup>b</sup>   | 190 <sup>a</sup>  | 11,6        | <0,0001 |
| CH <sub>4</sub> (kg/ha/dia)          | 0,98 <sup>a</sup> | 0,79 <sup>b</sup>  | 0,88 <sup>b</sup> | 0,02        | 0,0002  |
| CH <sub>4</sub> (g/kg ganho PC)      | 103 <sup>c</sup>  | 115 <sup>b</sup>   | 168 <sup>a</sup>  | 10,1        | <0,0001 |
| CH <sub>4</sub> (g/kg MS consumida)  | 10,8 <sup>c</sup> | 13,3 <sup>b</sup>  | 19,5 <sup>a</sup> | 1,39        | 0,001   |
| CH <sub>4</sub> (g/kg MO digestível) | 14,6 <sup>c</sup> | 18,4 <sup>b</sup>  | 28,6 <sup>a</sup> | 2,56        | <0,0001 |
| CH <sub>4</sub> (MJ/MJ EM consumida) | 0,07 <sup>c</sup> | 0,08 <sup>b</sup>  | 0,12 <sup>a</sup> | 0,01        | 0,002   |

Peso corporal (PC) inicial = 336,4 ± 5,7 kg, UA = 450 kg PC, proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), ganho médio diário (GMD), energia metabolizável (EM), ganho de PC por hectare (GPH), 55,22 MJ/kg CH<sub>4</sub> (Brower, 1965). Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). 1 MJ = 239 Kcal.

<sup>1</sup> ABSA: altura baixa (15 cm), suplementação alta (0,6% do PC).

<sup>2</sup> AMSM: altura moderada (25 cm), suplementação moderada (0,3% do PC).

<sup>3</sup> AAMM: altura alta (35 cm), mistura mineral.

## 2.4. DISCUSSÃO

A altura do pasto é adotada como parâmetro no manejo de pastos tropicais pela praticidade de mensuração (Da SILVA et al., 2013). Em ambos os experimentos, a massa de forragem total e das estruturas morfológicas foi alterada pela altura do pasto. As diferenças na taxa de lotação são devidas aos ajustes realizados, necessários para manutenção dos pastos nas alturas pré-estabelecidas. A mensuração semanal da altura do pasto e os ajustes na taxa de lotação permitiram manter as alturas pré-estabelecidas até o final da estação chuvosa.

A massa de forragem influencia na produção de bovinos em pastagens (NAVE et al., 2013). Em ambos os experimentos, maior altura do pasto resultou em maior massa de folhas, e redução da DIVMS e DIVMO. Vendramini et al. (2013) discutem a influencia da intensidade de pastejo sobre a composição química da forragem. O aumento da altura de pasto implica na maturidade dos tecidos vegetais (BIRCHAM & HODGSON, 1984), aumento na espessura da parede celular e frações fibrosas (Van SOEST, 1994), prejudicando o valor nutritivo.

Em ambos os experimentos a taxa de lotação foi influenciada pelos tratamentos. O ajuste da taxa de lotação é fundamental no manejo de pastagens, onde maior taxa de lotação geralmente implica em menor altura do pasto, e por outro lado, menor taxa de lotação é necessária para manutenção de maior altura do pasto (BARBERO et al., 2014). Em ambos os experimentos foi observado o mesmo padrão de resposta descrito, com maior taxa de lotação em menor altura do pasto e menor taxa de lotação em maior altura do pasto.

A altura do pasto pode alterar o consumo de MS (Da SILVA et al., 2013). A resposta linear positiva observada no consumo de forragem no primeiro experimento pode ser explicada pela mesma resposta observada sobre a oferta de forragem, resultante da maior massa de forragem e menor taxa de lotação no tratamento AAMM. No segundo experimento, o tratamento ABSA apresentou menor consumo de MS de forragem, mas as diferentes doses de suplemento nas alturas de pastejo resultaram em consumo de MS total semelhante entre os tratamentos.

O consumo de MS de forragem pode ser alterado pela suplementação energética (MOORE et al., 1999). A resposta linear observada sobre o consumo de

MS de forragem no primeiro experimento pode ser explicada pelo aumento linear apresentado pela oferta de forragem, com a maior oferta de forragem resultando em maior consumo, considerando a mesma dose de suplemento fornecido. Utilizando diferentes doses de suplemento de acordo com a altura do pasto no Exp. 2, o tratamento ABSA também apresentou menor consumo de MS de forragem em relação ao tratamento AAMM, ressaltando a relevância da altura do pasto sobre o consumo de forragem.

Em estudos realizados por Detmann et al. (2014), foi demonstrado o ponto de máxima eficiência de uso do nitrogênio em bovinos de corte recebendo suplementação em pastagens tropicais com consumo em torno de 200 g de PB/kg MO digestível. Apesar das diferenças no consumo de MS no primeiro experimento, não foram detectadas diferenças no consumo de EB e consumo de PB/kg de MO digestível. No segundo experimento, os tratamentos ABSA e AMSM apresentaram aumento no consumo de EB, mas o consumo de PB/kg de MO digestível não diferiu entre os tratamentos estudados.

Em ambos os experimentos, o consumo de PB/kg MO digestível não foi alterada pelos tratamentos, e todos os valores observados estiveram bastante próximos do ponto de máxima eficiência proposto por Detmann et al. (2014). Estes resultados sugerem que, embora a energia tenha sido priorizada na formulação dos suplementos com base na composição química da forragem, a PB não foi fator limitante nas condições deste estudo. Assim, em condições de pastos tropicais bem manejados, a suplementação energética pode promover eficiência nutricional.

O GMD está associado ao consumo e digestibilidade dos nutrientes (REIS et al. 2013). A resposta linear positiva com aumento do GMD conforme aumento da altura do pasto no primeiro experimento é explicada pelo aumento linear positivo no consumo de MS de forragem, uma vez que a dose de suplemento utilizada foi a mesma em todos os tratamentos. Embora tenha sido observado aumento do GPH com redução da altura do pasto, em consequência do menor GMD, tourinhos recriados neste sistema apresentam menor PC em relação aos demais no final da recria na estação chuvosa. Ainda que animais recriados em pastos de 15 cm apresentaram desempenho inferior aos demais, os valores obtidos são bastante satisfatórios em baixa oferta de forragem, possível apenas com suplementação.

O elevado potencial de produção de bovinos de corte em pastos tropicais já foram demonstrados por Da Silva et al. (2013), que relataram GMD próximo a 1,0 kg/dia obtido por novilhas em pastejo de capim Marandu com 40 cm na estação chuvosa. No segundo experimento, o tratamento AAMM resultou em consumo de 1,2 kg PB/dia, valor bastante próximo aos requerimentos nutricionais recomendados pela tabela de exigências do NRC (1996), para GMD predito de 1,0 kg/dia, para a mesma categoria animal deste estudo.

De acordo com o modelo proposto por Mott (1960), seria impossível explorar o máximo GMD e GPH em lotação contínua, simultaneamente. Entretanto, no segundo experimento associando altura do pasto e dose de suplemento, o tratamento ABSA apresentou maior GPH sem prejudicar o GMD em relação aos demais tratamentos. Estes resultados apontam que a combinação da altura do pasto com a dose de suplemento pode ser a chave para alcançar a máxima eficiência de produção, equilibrando o GMD e o GPH na estação chuvosa.

Ainda que a menor altura do pastejo pareça atrativa devido ao alto GPH, a intensificação do sistema de produção explorando alta taxa de lotação deve ser analisada com critérios. Quando não realizada suplementação adequada, o menor GMD resulta em animais mais leves na estação seca, e consequentemente elevando a idade de abate. Outro fator negativo é a baixa massa de forragem residual ao final da estação chuvosa, comprometendo a utilização destas áreas na estação seca, bem como possível ocorrência de degradação das pastagens em longo prazo.

As alturas de pastejo não influenciaram na emissão de  $\text{CH}_4$ /animal/dia, mas a resposta linear decrescente na emissão de  $\text{CH}_4$ /ha, com aumento na altura do pasto no primeiro experimento foram reflexos da taxa de lotação. De acordo com Boland et al. (2013), o aumento do valor nutritivo da forragem está altamente relacionado com a redução na emissão de  $\text{CH}_4$ . No segundo experimento, animais recriados no tratamento AAMM apresentaram maior emissão de  $\text{CH}_4$ , provavelmente devido à dieta exclusiva de forragem com maior altura e menores valores de EB, DIVMS e DIVMO, sem qualquer fonte de energia adicional.

A emissão média anual de  $\text{CH}_4$  por tourinhos de corte na América Latina é de 49 kg/ano, com média diária de 134 g (IPCC, 2006). Todos os tratamentos com

suplementação avaliados neste experimento apresentaram médias de emissão de  $\text{CH}_4$  inferiores ao apontado pelo IPCC (1996), porém, variações anuais decorrentes do valor nutritivo do pasto devem ser consideradas. A associação de pastos bem manejados e com melhor valor nutritivo, com o uso de suplementos proporcionam a melhoria dos índices produtivos e redução nas emissões de  $\text{CH}_4$ .

A emissão de  $\text{CH}_4$  por hectare é resultante da emissão individual de  $\text{CH}_4$  e da taxa de lotação, assim, maior taxa de lotação tende a apresentar maior emissão de  $\text{CH}_4/\text{ha}$ . No segundo experimento, o tratamento ABSA apresentou menor emissão  $\text{CH}_4/\text{animal}/\text{dia}$ , porém apresentou maior emissão por hectare, enquanto que o tratamento AAMM apresentou maior emissão  $\text{CH}_4/\text{animal}/\text{dia}$ , mas menor emissão por hectare. No primeiro experimento, a altura do pasto não alterou a emissão de  $\text{CH}_4/\text{GMD}$ , por kg MS consumido, por kg MO digestível consumido e por MJ de EB consumido.

Os micro-organismos metanogênicos no rúmen produzem  $\text{CH}_4$  a partir do  $\text{H}_2$  e do  $\text{CO}_2$ , produtos da fermentação, mas a suplementação pode reduzir o suprimento de  $\text{H}_2$  para a população metanogênica no rúmen, com incremento na produção de ácido propiônico (MORGAVI et al., 2010). No segundo experimento, o aumento da dose de suplemento com a diminuição da altura do pasto proporcionou maior eficiência nutricional, constatada pela menor emissão de  $\text{CH}_4/\text{kg GMD}$ , e menor emissão de  $\text{CH}_4/\text{MJ EB consumida}$ , nos tratamentos ABSA e AMSM.

## 2.5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que a altura do pasto do capim Marandu na recria de tourinhos de corte na estação chuvosa altera o GMD, GPH, sem alterar a emissão de  $\text{CH}_4/\text{animal}/\text{dia}$ . Entretanto, suplementação alta em altura baixa do pasto pode modular os ganhos, proporcionando aumento no GPH, sem influenciar o GMD. A suplementação pode aumentar a eficiência nutricional, reduzindo a emissão de emissão de  $\text{CH}_4/\text{MJ EM consumida}$  e  $\text{CH}_4/\text{GMD}$ .

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOM Technology (2005) **In vitro true digestibility using the DAISY<sup>II</sup> incubator**. Acess: February 10, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC (1990). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 771 p.
- BARBERO, R.P.; BARBOSA M.A.F.B.; CASTRO, L.M.; et al. Desempenho de novilhos de corte em pastos de capim-tanzânia sob quatro alturas de desfolha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 481-488, 2014.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v. 38, p. 323-331, 1983.
- BOLAND, T.M.; QUINLAN, C.; PIERCE, K.M.; et al. The effect of pasture pre-grazing herbage mass on methane emissions, ruminal fermentation, and average daily gain of grazing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 8, p. 3867-3874, 2013.
- BROWER, E.. Report of subcommittee on constants and factors. In: Blaxter, K. L. (Ed.). **Proceedings... of the 3 Symposium on energy Metabolism**. London, England. p.441-443. 1965.
- CASALI, A.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO S.C. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335–342, 2008.
- CASAGRANDE, D.R.; AZENHA, M.V.; VIEIRA, B.R.; et al. Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 899-908, 2013.
- Da SILVA, S.C.; GIMENES, F.M.A.; SARMENTO, D.O.; et al. 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**, v. 151, p. 727-739, 2013.
- DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.
- FIORENTINI, G.; MESSANA, J.D.; DIAN, P. H. M.; et al. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, p. 26-34, 2013.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Chapter 10. Emissions from livestock and manure management. In: 2006 **IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Volume 4: Agriculture, forestry and other land use. Geneva, Switzerland. p.10.1–10.87, 2006.
- JOHNSON, K.A.; HUYLER, M.; WESTBURG, H.; et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. **Environmental Science and Technology**, v. 28, p. 359–362, 1994.

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of Assoc. Off. Assoc. Chemistry Int.** v. 85, p. 1217–1240, 2002.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122-135, 1999.
- MORGAVI, D.P.; FORANO, E.; MARTIN, C.; et al. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, p.124-1036, 2010.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials in cultivated and improved pastures. In: International grasslands congress, 6., 1952, State College. **Proceedings...** State College: Pennsylvania, State College Press, p.1380-1385, 1952.
- MOTT, G.O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International grassland congress, 8. **Proceedings...** Reading, United Kingdom. p. 606-611, 1960.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P. A.; NAYIGIHUGU, V.; et al. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 179-183, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NAVE, R.L.G.; SULC, R.M.; BARKER, D.J. Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. **Crop Science**, v. 53, p. 341-348, 2013.
- NOCEK, J.E.; ENGLISH, J.E.. In situ degradation kinetics: evaluation of rate determination procedure. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 77-87, 1985.
- REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S.; SANTOS, S.M.C.; et al. Performance of young Nelore bulls grazing marandu grass pasture at different heights. **Tropical Grasslands**, v. 1, p. 114-115, 2013.
- SALIBA, E.O.S.; GONÇALVES, N.C.; BARBOSA, G.S.S.C.; et al. Evaluation of the infrared spectroscopy method for the quantification of nanolipe marker in feces of dairy cattle. In: Oltjen J. W., E. Kebreab and H. Lapierre. **Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production**. California, USA, p. 247-248. 2013
- SANTOS, A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; et al. Different forage sources for F1 Holstein×Gir dairy cows. **Livestock Science**. v. 142, p. 48-58, 2011.
- SAS Institute. 2008. '**SAS/STAT 9.2 user's guide**.' (SAS Institute: Cary, NC).
- SOLLENBERGER, L.E.; VANZANT, E.S. Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance. **Crop Science**, v. 51, p. 420-432, 2011.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J.; et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1059-1063, 2001.
- Van SOEST, P.J., **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York, USA. 1994.
- VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; BLOUNT, A.R.; et al. Bahiagrass Cultivar Response to Grazing Frequency with Limited Nitrogen Fertilization. **Agronomy Journal**, v. 105, p. 938-944, 2013.

### **CAPÍTULO 3 - INFLUENCIA DA ALTURA DO PASTO E DOSE DE SUPLEMENTO NA RECRIA DE TOURINHOS SOBRE A TERMINAÇÃO EM PASTAGENS**

**RESUMO:** Foi avaliada a influência de diferentes sistemas de recria na estação chuvosa sobre o ganho médio diário (GMD), peso corporal (PC) final, rendimento e peso de carcaça de tourinhos da raça Nelore terminados em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu (capim Marandu), recebendo suplementação (1,0 % PC) na estação seca. Foram realizados dois experimentos: Exp.1, foram utilizadas três alturas de pastejo na estação chuvosa: 15; 25 e 35 cm, todas com 0,3 % do PC de suplemento. Exp. 2, as alturas crescentes de pastejo foram combinadas com doses decrescentes de suplementação: altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC de suplemento) (ABSA); altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC) (AMSM) ou altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM). Em ambos os experimentos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado ( $n = 9$ ), e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). No Exp. 1, animais recriados em pastos de 15 cm iniciaram a fase de terminação com menor PC ( $P < 0,01$ ) em relação às demais alturas de pastejo utilizadas na recria, mas apresentaram maior GMD ( $P = 0,03$ ) nos 21 dias iniciais da fase de terminação. Não foram observados efeitos das alturas de pastejo utilizadas na recria sobre o GMD ( $P = 0,93$ ), PC final ( $P = 0,63$ ), rendimento ( $P = 0,82$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,59$ ) na terminação. No Exp. 2, os tratamentos ABSA, AMSM e AAMM utilizados na recria não alteraram o GMD ( $P = 0,29$ ), PC final ( $P = 0,52$ ), rendimento de carcaça ( $P = 0,45$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,37$ ) na fase de terminação. Os sistemas de recria avaliados neste estudo podem ser utilizados na conforme interesses econômicos quando o objetivo é a terminação em pastagens com suplementação na estação seca, por não influenciarem na fase de terminação.

**Palavras-chave:** bovinos, desempenho, pastagens, suplementação, terminação.

---

### 3.1. INTRODUÇÃO

Fatores como a vasta extensão territorial, condições climáticas e topográficas favoráveis ao desenvolvimento de plantas forrageiras tropicais na maior parte do território brasileiro e, conseqüentemente, favoráveis à produção de bovinos de corte em pastagens. A eficiência de uso dos recursos forrageiros depende do ajuste da intensidade de pastejo, com objetivo de proporcionar elevado ganho médio diário (GMD) sem prejudicar o ganho de peso corporal (PC) por hectare (REIS et al. 2013). Ainda neste contexto, a suplementação permite balancear dietas com base em forrageiras, melhorando o GMD e ganho de PC por hectare simultaneamente (OLIVEIRA et al., 2015).

A quantidade de suplemento fornecida deve ser ajustada de acordo com as características da forragem e objetivo de produção (BARBERO et al., 2015). O aumento na participação de concentrado na dieta tende a aumentar a deposição de carcaça em relação aos componentes não carcaça, principalmente devido à redução de tamanho do trato digestivo (PESONEN et al., 2014), e animais suplementados na recria poderiam apresentar carcaças mais pesadas em comparação à animais não suplementados. Por outro lado, os bovinos apresentam elevada capacidade de mudanças na composição corporal conforme o manejo alimentar ao qual são submetidos (FOX et al., 1972), e possíveis variações na composição corporal poderiam desaparecer durante a fase de terminação.

O uso de alturas de pastejo e suplementação podem intensificar os sistemas de produção de bovinos na recria, mas pouco se sabe sobre as influencias que podem ser geradas sobre fase de terminação (HERSON et al., 2004). A hipótese deste trabalho é que o sistema de recria influencia na fase de terminação de bovinos de corte. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a altura do pasto de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu (capim Marandu), ou a associação de alturas crescentes de pastejo com quantidades decrescentes de suplemento para bovinos na fase de recria na estação chuvosa influenciam a fase de terminação em pastagens com suplementação na estação seca.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente no setor de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil (21°15'22" S latitude, 48°18'58" 77 W longitude e 595 m). O clima típico da região é subtropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso. Os pastos usados foram implantados no verão de 2001 com *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu (capim Marandu), e dividido em 18 piquetes experimentais. Os experimentos foram conduzidos na estação seca de 2013. O período de adaptação dos animais às condições experimentais foi de 21 de Abril a 12 de Maio de 2013 (21 dias), e período experimental até 06 de Agosto de 2013.

#### *Recria na estação chuvosa*

##### *Experimento 1*

Foram utilizados 27 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial média de 12 meses e PC inicial médio de  $334 \pm 6,3$  kg, distribuídos em três alturas de pastejo: 15; 25 e 35 cm com lotação contínua e taxa de lotação variável de Janeiro a Abril de 2013. Foi fornecido suplemento diário às 11h00m em cocho coletivo (1,8 m, com acesso de ambos os lados), na dose de 0,3 % do PC (161 g proteína bruta (PB)/kg e 20,1 MJ energia bruta (EB)/kg), formulado com base na análise prévia da forragem, almejando GMD de 1,00 kg/dia (NRC, 1996). O PC médio no final da recria foi: 425; 430 e 436 kg nos tratamentos 15; 25 e 35 cm, respectivamente, com aumento linear ( $P < 0,01$ ) conforme aumento da altura do pasto.

##### *Experimento 2*

Foram utilizados 27 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial de 12 meses PC inicial médio de  $336 \pm 5,7$  kg. As alturas de pastejo (15; 25 e 35 cm) com lotação contínua e taxa de lotação variável de Janeiro a Abril de 2013, foram combinadas com doses de suplemento: (1) altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC: 142 g PB/kg e 18,9 MJ EB/kg) (ABSA); (2) altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC: 161 g PB/kg e 20,1 MJ EB/kg) (AMSM) ou

(3) altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM). O PC final foi 428 kg (ABSA), 430 kg (AMSM) e 429 kg (AAMM), sem diferenças pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ).

#### *Terminação na estação seca*

Durante a estação seca, os animais foram terminados em pastagens (105 dias) recebendo suplementação de 1,0 kg/100 kg de PC (Tabela 1), em cocho coletivo (1,8 m, acesso bilateral). Foram usados 18 ha (Exp. 1: 9 ha, e Exp. 2: 9 ha). Para reduzir o efeito ambiental, os animais oriundos de cada piquete na fase de recria foram agrupados como lotes (3 animais), totalizando 9 lotes (cada Exp.). Os lotes foram agrupados, e cada grupo possuiu um lote originado de cada sistema de recria (tratamento). Então, cada grupo foi alojado em um piquete, e cada lote (Exp. 1:  $n = 9$ , e Exp. 2:  $n = 9$ ) foi considerado como unidade experimental (Figura 1).

**Tabela 1.** Composição química do suplemento e da forragem em pastagens de capim Marandu na terminação de bovinos de corte na estação seca (Abril a Agosto).

|                                                 | Suplemento | Pasto <sup>1</sup> | Pasto <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|
| <i>Ingredientes</i>                             |            |                    |                    |
| Núcleo mineral* (g/kg MS)                       | 107        | -                  | -                  |
| Ureia pecuária (g/kg MS)                        | 30,0       | -                  | -                  |
| Milho triturado (g/kg MS)                       | 671        | -                  | -                  |
| Farelo de soja (g/kg MS)                        | 192        | -                  | -                  |
| <i>Composição química</i>                       |            |                    |                    |
| Matéria orgânica (g/kg MS)                      | 780        | 903                | 907                |
| Proteína bruta (g/kg MS)                        | 220        | 133                | 135                |
| Fibra em detergente neutro (g/kg MS)            | 154        | 635                | 643                |
| Fibra em detergente ácido (g/kg MS)             | 61,8       | 315                | 326                |
| Energia bruta (MJ/kg MS)                        | 14,6       | 11,2               | 11,4               |
| Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (g/kg MS) | 826        | 529                | 538                |
| Digestibilidade <i>in vitro</i> da MO (g/kg MS) | 857        | 572                | 582                |

Suplementação de 1,0 kg/100 kg de peso corporal. \*Núcleo mineral: 158 g/kg Ca; 39,2 g/kg P; 64,4 g/kg Mg; 26,1 g/kg S; 153 g/kg K; 65,4 g/kg Na e 118 mg/kg de Monensina sódica. Matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO). <sup>1</sup>Exp.1, e <sup>2</sup>Exp.2.

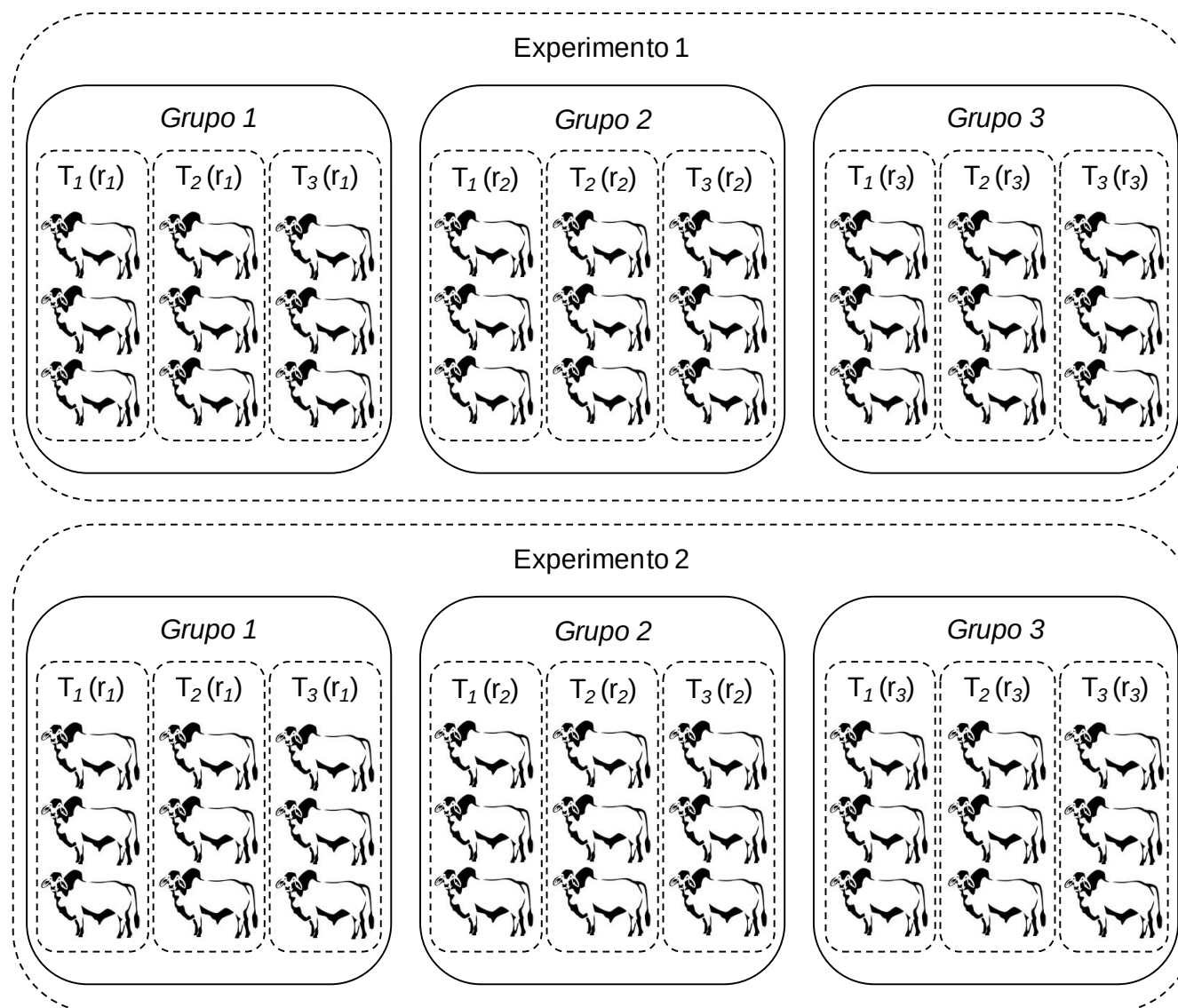


**Figura 1.** Distribuição dos animais em grupos, em pastagens de capim Marandu. Lote (3 animais), tratamento ( $T$ ), repetição ( $r$ ).

### *Amostras de forragem*

Na ocasião de entrada e saída dos animais em cada piquete experimental, a altura do pasto foi mensurada na curvatura das folhas superiores com régua graduada em centímetros, em 80 pontos por hectare. Para estimativa da massa de forragem, oito amostras foram colhidas por corte nos pontos médios em cada piquete ( $\pm 5,0$  cm de resíduo), usando moldura circular de  $0,25 \text{ m}^2$ . As amostras foram separadas quanto às frações morfológicas: material morto, colmos + bainhas ou folhas verdes, secos em estufa ( $55 \pm 5^\circ \text{ C}$  por 72 h) para estimativa da massa seca de forragem por hectare.

As amostras para análise de composição química da forragem foram colhidas por metodologia de simulação manual de pastejo, em aproximadamente 20 pontos por hectare, compondo aproximadamente 200 g de amostra (matéria natural). Na mesmas ocasiões foram colhidas amostras para estimativa de massa de forragem, descritas anteriormente. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçado ( $55 \pm 5^\circ \text{ C}$ , por 72 h), trituradas em moinho (Thomas-Wiley Laboratory Mill Model 4, H. Thomas Co.), identificadas, e encaminhadas para análises laboratoriais.

### *Composição química*

A matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) foram estimadas conforme procedimentos descritos em AOAC (1990) (AOAC 934.01 e AOAC 942.05, respectivamente). A PB foi estimada utilizando aparelho LECO<sup>®</sup> FP 528 (Leco corporation, Michigan, USA). Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram estimadas conforme princípios descritos por Mertens (2002), utilizando equipamento ANKOM<sup>®</sup> (Ankom technologies, New York, USA). A digestibilidade *in vitro* foi estimada com equipamento e metodologia ANKOM<sup>®</sup>, Daisy<sup>II</sup> (Ankon technologies, New York, USA). A EB foi obtida utilizando bomba calorimétrica adiabática (PARR Instrument Company 6300, Illinois, USA).

### *Estimativa de consumo*

O consumo foi obtido utilizando três marcadores para estimar a excreção fecal, consumo de MS de suplemento e consumo de MS total. Para estimar a excreção fecal, foi utilizado o marcador externo lignina isolada, purificada e

enriquecida de *Eucalyptus grandis* (500 mg), via oral durante seis dias, com coletas de fezes nos últimos três a cada 12 horas (SANTOS et al., 2011). As fezes foram secas ( $55 \pm 5^\circ \text{C}$ , por 72 horas), trituradas, separadas por animal, e a excreção fecal calculada a partir da concentração do marcador, obtida por espectroscopia de infravermelho (SALIBA et al., 2013).

Para estimar o consumo de MS de suplemento (CMSS), foi utilizado o marcador externo dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) (TITGEMEYER et al., 2001), adicionado no suplemento na quantidade de 10 g. por tourinho durante nove dias, com coletas de fezes nos últimos três a cada 12 horas, secas ( $55 \pm 5^\circ \text{C}$ , por 72 horas), trituradas, digeridas com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Foi estabelecida curva padrão com as concentrações: 0; 2; 4; 6; 8 e 10 mg de  $\text{TiO}_2$ , por espectrofotometria de absorção atômica, com comprimento de onda ultravioleta de 410 nanômetros (MYERS et al., 2004). A partir da concentração de  $\text{TiO}_2$ , foi calculado o consumo de MS de suplemento:

$$\text{CMSS} = ([\text{g TiO}_2/\text{g fezes}] \times \text{excreção fecal}) / [\text{g TiO}_2/\text{g suplemento}]$$

O consumo de MS de forragem foi estimado pelo marcador FDN indigestível (FDNi), obtido por incubação ruminal (NOCEK & ENGLISH, 1986) por 240 horas (CASALI et al., 2008), usando inóculo de tourinhos Nelore. O consumo de forragem foi calculado utilizando a equação:

$$\text{CMSF} = (\text{EF} \times [\text{Mi/F}] - \text{CMSS} \times [\text{Mi/S}]) / [\text{Mi/H}]$$

onde: CMSF = consumo de MS de forragem, EF = excreção fecal, CMSS = consumo de MS de suplemento,  $[\text{Mi/F}]$ ,  $[\text{Mi/S}]$  e  $[\text{Mi/H}]$  são as concentrações do marcador interno nas fezes, suplemento e na forragem, respectivamente. O consumo de MS total foi obtido pela soma do consumo de forragem e suplemento.

### *Produção animal*

Os animais foram pesados no início e final da adaptação (21 dias) e final do período experimental, ambas pesagens dos períodos em jejum (12 h). Pesagens

intermediárias a cada 28 dias (sem jejum) foram realizadas para ajuste da suplementação. Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, seguindo o fluxo do estabelecimento. Imediatamente após o abate, o peso de carcaça quente (kg) foi tomado para cálculo do rendimento de carcaça, em relação ao PC final. Foram utilizadas as equações:

$$\text{Ganho de PC (kg)} = \text{PC}_{\text{final}} - \text{PC}_{\text{inicial}};$$

$$\text{GMD} = \text{ganho de PC (kg)} / \text{dias};$$

$$\text{Rendimento de carcaça} = (\text{kg carcaça} / \text{kg PC final}) \times 100$$

### *Análises estatísticas*

Os efeitos do sistema de recria em ambos os experimentos foram analisados considerando três tratamentos (recria) com três repetições por tratamento (lotes), em delineamento experimental inteiramente casualizado ( $n = 9$ ). Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA) normalidade dos erros e homocedasticidade, utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). Foi aplicado teste Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação de médias dos tratamentos (fatores qualitativos), utilizando os procedimentos PROC MIXED do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008), adotando o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \text{TR}_i + \varepsilon_{ij}$$

onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente;  $\mu$  = efeito geral da média;  $\text{TR}_i$  = efeito do tratamento "i", "j" = repetição, e  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório.

### 3.3. RESULTADOS

#### *Experimento 1*

O sistema de manejo das pastagens utilizado na estação seca proporcionou taxa de lotação média no período experimental de  $3,18 \pm 0,02$  UA/ha. Nos primeiros 21 dias destinados à adaptação dos animais às condições de terminação, animais recriados em pastos de 15 cm apresentaram maior GMD ( $P = 0,03$ ) que animais recriados em pastos de 35 cm na estação chuvosa (Tabela 2). Os sistemas de produção utilizados na recria com diferentes alturas de pastejo proporcionaram diferença ( $P < 0,01$ ) no PC ao final da estação chuvosa, mas não influenciaram no consumo de MS de suplemento ( $P = 0,80$ ), consumo de MS de forragem ( $P = 0,09$ ) e consumo de MS total ( $P = 0,10$ ), assim como não influenciaram no GMD ( $P = 0,93$ ) e PC final ( $P = 0,63$ ) na fase de terminação. As diferenças de PC observadas ao final da fase de recria não se mantiveram, e o rendimento ( $P = 0,82$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,59$ ) não foram alterados na terminação (Tabela 2).

#### *Experimento 2*

A taxa de lotação média no período experimental foi de  $3,2 \pm 0,01$  unidade animal/ha. O sistema de recria não influenciou o GMD ( $P = 0,49$ ) e PC ( $P = 0,82$ ) nos primeiros 21 dias destinados à adaptação dos animais às condições experimentais de terminação (Tabela 3). A associação de alturas crescentes de pastejo com quantidades decrescentes de suplementos (ABSA, AMSM e AAMM) na estação chuvosa proporcionaram GMD e PC semelhantes ( $P > 0,05$ ) no final da fase de recria. Tais semelhanças persistiram na fase de terminação (Tabela 3), onde não foram observadas diferenças no consumo de MS de suplemento ( $P = 0,89$ ), consumo de MS de forragem ( $P = 0,17$ ), consumo de MS total ( $P = 0,11$ ), GMD ( $P = 0,29$ ), PC final ( $P = 0,52$ ), rendimento ( $P = 0,45$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,37$ ) quanto aos sistemas de recria utilizados na estação chuvosa.

**Tabela 2.** Terminação de bovinos de corte em pastos de capim Marandu com suplementação (1 kg/100 kg PC), em resposta à altura do pasto utilizada na recria.

|                                 | Altura (cm)       |                   |                   | Erro Padrão | P-valor |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|---------|
|                                 | 15                | 25                | 35                |             |         |
| <i>Adaptação*</i>               |                   |                   |                   |             |         |
| GMD (kg/dia)                    | 0,55 <sup>a</sup> | 0,49 <sup>b</sup> | 0,39 <sup>b</sup> | 0,07        | 0,03    |
| PC final (kg)                   | 437               | 441               | 445               | 11,4        | 0,57    |
| <i>Terminação pós-adaptação</i> |                   |                   |                   |             |         |
| CMS suplemento (kg/dia)         | 4,76              | 4,78              | 4,82              | 0,02        | 0,78    |
| CMS forragem (kg/dia)           | 5,77              | 5,45              | 6,39              | 0,29        | 0,09    |
| CMS total (kg/dia)              | 10,5              | 10,2              | 11,2              | 0,30        | 0,10    |
| GMD (kg/dia)                    | 0,82              | 0,86              | 0,86              | 0,11        | 0,93    |
| PC final (kg)                   | 506               | 514               | 517               | 12,7        | 0,63    |
| Rendimento de carcaça (%)       | 54,9              | 54,6              | 54,6              | 0,72        | 0,82    |
| Peso de carcaça (kg)            | 278               | 280               | 282               | 7,45        | 0,59    |

\*21 dias iniciais. Consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e peso corporal (PC). Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Terminação de bovinos de corte em pastos de capim Marandu com suplementação (1 kg/100 kg PC), em resposta à altura do pasto e dose de suplemento utilizada na recria.

|                                 | Tratamentos       |                   |                   | Erro   | P-valor |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|---------|
|                                 | ABSA <sup>1</sup> | AMSM <sup>2</sup> | AAMM <sup>3</sup> | Padrão |         |
| <i>Adaptação*</i>               |                   |                   |                   |        |         |
| GMD (kg/dia)                    | 0,73              | 0,50              | 0,56              | 0,13   | 0,49    |
| PC final (kg)                   | 443               | 442               | 442               | 15,6   | 0,82    |
| <i>Terminação pós-adaptação</i> |                   |                   |                   |        |         |
| CMS suplemento (kg/dia)         | 4,73              | 4,78              | 4,82              | 0,02   | 0,89    |
| CMS forragem (kg/dia)           | 5,58              | 5,45              | 5,88              | 0,31   | 0,17    |
| CMS total (kg/dia)              | 10,3              | 10,2              | 10,7              | 0,10   | 0,11    |
| GMD (kg/dia)                    | 0,89              | 0,87              | 0,89              | 0,08   | 0,29    |
| PC final (kg)                   | 519               | 514               | 516               | 11,2   | 0,52    |
| Rendimento de carcaça (%)       | 53,7              | 54,6              | 54,5              | 0,63   | 0,45    |
| Peso de carcaça (kg)            | 278               | 280               | 282               | 9,19   | 0,37    |

\*21 dias iniciais. Consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e peso corporal (PC).

<sup>1</sup> ABSA: altura baixa (15 cm), suplementação alta (0,6% do PC).

<sup>2</sup> AMSM: altura moderada (25 cm), suplementação moderada (0,3% do PC).

<sup>3</sup> AAMM: altura alta (35 cm), mistura mineral.

### 3.4. DISCUSSÃO

De acordo com o NRC (2001), a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo está diretamente relacionada com a ingestão de alimentos, onde maior ingestão promove aumento na taxa de passagem. Durante a fase de recria no experimento 1, o consumo total de MS aumentou de forma linear com altura do pasto (BARBERO et al., 2015), assim, o menor consumo de MS apresentado pelos animais em pastos de 15 cm pode ter resultado em menor taxa de passagem, e menor esvaziamento do trato digestivo durante o jejum por 12 horas para a primeira pesagem quando comparado com os demais tratamentos, o que explicaria o maior desempenho alcançado durante os primeiros 21 dias da fase de terminação.

A altura do pasto pode alterar o consumo de forragem por bovinos (CASAGRANDE et al., 2011), assim como a quantidade de suplemento (SILVA et al., 2009). Variações na relação volumoso/concentrado devem ser consideradas, e suas implicações no consumo de MS, especialmente em transições abruptas para maiores proporções de concentrado, alterando as condições ruminais (OWENS et al., 1998). No entanto, o sistema de recria não influenciou o consumo de MS em ambos os experimentos na fase de terminação. Isto pode ser explicado porque, embora houve aumento na proporção de concentrado durante a fase de terminação, a relação volumoso/concentrado foi 55/45 (Exp. 1) e 54/46 (Exp. 2), considerado adequado ao bom funcionamento do rúmen (BROWN et al., 2006).

O consumo médio de PB foi de  $1,8 \pm 0,05$  kg de PB/dia (Exp. 1), e  $1,78 \pm 0,02$  kg de PB/dia (Exp. 2), valores em torno do predito pelo NRC (1996) para o GMD observado neste estudo. A relação entre proteína bruta e MO digestível consumida (g PB/kg MO digestível) foi 245 g PB/kg MO digestível, acima do limite para máxima eficiência de uso do nitrogênio proposta por Detmann et al. (2014). As estratégias de recria não influenciaram o GMD dos animais durante a fase de terminação em pastagens recebendo suplementação na estação seca, portanto, a altura do pasto e dose de suplementação na estação chuvosa pode ser utilizada conforme objetivo de produção, otimizando a exploração dos recursos forrageiros, proporcionando elevado desempenho animal, elevada produtividade por área, sem causar influência sobre o desempenho durante a fase de terminação.

O aumento da proporção de concentrado na dieta durante a fase de recria pode alterar a composição do ganho de peso corporal de bovinos de corte, resultando em maior peso de carcaça na ocasião de abate (PESONEN et al., 2014). Ainda segundo o mesmo autor, o aumento na proporção de carcaça está associado a redução de componentes não carcaça, especialmente redução no tamanho do rúmen. Embora o GMD não foi alterado, a suplementação com maior dose de concentrado poderia resultar em efeito benéfico, como o aumento na deposição de carcaça, fração de maior importância econômica, uma vez que os produtores são remunerados pelo peso da carcaça. No entanto, após 21 os dias iniciais, não houve diferença no GMD, e ainda que houvesse diferença no peso corporal ou de carcaça ao final do período de recria na estação chuvosa, o PC final, peso e rendimento de carcaça em função do sistema de recria na ocasião de abate não diferiram em função do sistema de recria em ambos os experimentos.

Os sistemas de recria avaliados representam uma parcela significativa dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil. Sistemas de recria proporcionando maior produtividade na a estação chuvosa podem ser eficientes quanto a utilização dos recursos forrageiros, desde que a exploração de maior produção por área não comprometa o GMD, influenciando a terminação. Em grande escala de produção, tecnologias como ultrassom podem ajudar a tomar decisões com base na composição da carcaça, no entanto, isto é inviável para pequenos pecuaristas. Este estudo sugere que a amplitude de sistemas de recria avaliados durante a estação chuvosa, combinado com terminação em pastagens com suplementação na estação seca não influenciou os parâmetros estudados.

O ganho de PC total por animal durante o período de terminação foi de  $82,0 \pm 1,73$  kg (Exp. 1) e  $87,3 \pm 3,51$  kg (Exp. 2). Em ambos os experimentos, a maior parte do PC corporal ( $53,7 \pm 1,54$  % no Exp. 1, e  $51,8 \pm 1,27$  % no Exp. 2) foi depositado durante o período de recria na estação chuvosa. Considerando o consumo e o preço por kg dos suplementos utilizados durante o período de recria de US\$ 0,42 (mistura mineral); US\$ 0,24 (0,3 % PC) e US\$ 0,22 (0,6 % PC), e US\$ 0,30/kg durante a fase de terminação, o desembolso com suplementos durante a recria foi de  $14,8 \pm 0,27$  % (Exp. 1), e 24,4 % (ABSA), 14,5 % (AMSM) e 1,51 % (AAMM) (Exp. 2) em relação ao total desembolsado até o abate. O desembolso médio diário com suplemento foi de

US\$ 0,27  $\pm$  0,01 (Exp. 1), US\$ 0,49 (ABSA), US\$ 0,26 (AMSM) e US\$ 0,02 (AAMM) (Exp. 2) por animal durante a recria, e US\$ 1,43  $\pm$  0,01 na terminação.

A relação entre os valores desembolsados com suplemento por quilograma de PC produzido durante a recria foi de 0,28  $\pm$  0,01 (Exp. 1), 0,52 (ABSA), 0,27 (AMSM) e 0,02 US\$/kg PC (AAMM) (Exp. 2), enquanto que no período de terminação esta relação foi de 1,78  $\pm$  0,06 US\$/kg PC, acima do preço cotado por kg do PC (US\$ 1,49/kg) durante o período experimental. Deste modo, fica evidente que, independente do sistema de recria utilizado, este foi o período de maior eficiência produtiva e econômica, pois a exploração dos recursos forrageiros na estação chuvosa, aliada à estratégias de suplementação proporcionaram maior fração do PC depositado até o abate, e menor desembolso com suplemento (US\$/kg PC produzido) em comparação ao período de terminação na estação seca.

Explorar o potencial de produção em pastagens durante a recria na estação chuvosa, proporcionando animais mais pesados ao início do período de terminação, deve ser considerado fator de grande relevância na viabilidade dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil. Os sistemas de recria de bovinos de corte avaliados apresentaram menor custo de produção por quilograma de PC produzido em comparação ao período de terminação, sem alterar os índices produtivos estudados. Estudos sobre os efeitos gerados pela combinação entre o sistema de recria e terminação de bovinos de corte permitem o direcionamento dos esforços na pesquisa e do setor produtivo, buscando maior eficiência dos sistemas de produção.

Os resultados apresentados implicam em uma nova visão quanto à exploração do período de recria de bovinos de corte na estação chuvosa, como estratégia para melhorar a eficiência dos sistemas de produção. Embora a pecuária no Brasil esteja relacionada com a exploração de pastagens e baixos custos de produção, os resultados deste estudo apontam que o desembolso com suplementos apresenta grande oscilação entre o período de recria na estação chuvosa e de terminação na estação seca, com destaque para maior eficiência de uso dos recursos na estação chuvosa. A escolha do sistema de recria na estação chuvosa dependerá do contexto econômico e objetivo de produção. Os sistemas de recria avaliados neste estudo podem ser usados durante a estação chuvosa conforme o objetivo de produção, pois não influenciam a fase de terminação.

### **3.5. CONCLUSÕES**

Os sistemas de recria utilizados na estação chuvosa podem ser utilizados conforme o contexto econômico e objetivo de produção, pois não influenciam o GMD, peso e rendimento de carcaça na terminação de bovinos de corte em pastagens com suplementação na estação seca.

### 3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKOM Technology (2005) **In vitro true digestibility using the DAISY<sup>II</sup> incubator**. Acess: February 10, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC (1990). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 771 p.
- BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.110-118, 2015.
- BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 25-33, 2006.
- CASAGRANDE, D.R.; AZENHA, M.V.; VIEIRA, B.R.; et al. Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 899-908, 2013.
- CASALI, A.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335–342, 2008.
- DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.
- FOX, D. G.; JOHNSON, R. R.; PRESTON, R. L.; et al. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, p. 310-318, 1972.
- HERSOM, M. J., HORN, G. W., KREHBIEL, C. R., PHILLIPS, W. A. Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**. 82:262–272, 2004.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MYERS, W. D.; LUDDEN, P. A.; NAYIGIHUGU, V.; et al. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 179-183, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NOCEK, J. E.; ENGLISH, J. E. *In situ* degradation kinetics: evaluation of rate determination procedure. **Journal of dairy Science**, v. 69, p. 77-87, 1985.
- OLIVEIRA, A.P.; CASAGRANDE, D.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; et al.. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 53, p.1-7, 2015.

- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; et al. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275–286, 1998.
- PESONEN, M.; JOKI TOKOLA, E.; HUUSKONEN, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1399-1404, 2014.
- REIS, R. A.; VALENTE, A. L. S.; SANTOS, S. M. C.; et al. Performance of young Nelore bulls grazing marandu grass pasture at different heights. **Tropical Grasslands**, v. 1, p. 114-115, 2013.
- SALIBA, E.O.S.; GONÇALVES, N.C.; BARBOSA, G.S.S.C.; et al. Evaluation of the infrared spectroscopy method for the quantification of nanolipe marker in feces of dairy cattle. In: Oltjen J. W., E. Kebreab and H. Lapierre. **Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production**. California, USA, p. 247-248. 2013.
- SANTOS, A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; et al. Different forage sources for F1 Holstein×Gir dairy cows. **Livestock Science**. v. 142, p. 48-58, 2011.
- SAS Institute. 2008. '**SAS/STAT 9.2 user's guide**.' (SAS Institute: Cary, NC).
- SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.
- TITGEMEYER, E. C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J.; et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1059-1063, 2001.

## **CAPÍTULO 4 - INFLUENCIA DA ALTURA DO PASTO E DOSE DE SUPLEMENTO NA RECRIA DE TOURINHOS SOBRE A TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO**

**RESUMO:** Foi avaliada a influencia do sistema de recria de tourinhos sobre o tempo de estabilização do consumo de matéria seca (MS), consumo de MS, ganho médio diário (GMD), peso corporal (PC) final, rendimento e peso de carcaça na terminação em confinamento. Exp.1, foram utilizadas três alturas de pastejo na estação chuvosa: 15; 25 e 35 cm, com 0,3 % do PC de suplemento. Exp. 2, as alturas crescentes de pastejo foram combinadas com doses decrescentes de suplementação: altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC de suplemento) (ABSA); altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC) (AMSM) ou altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM). Foi aplicado teste de regressão não linear (linear platô) para estimar o ponto de estabilização do consumo de MS. Em ambos os experimentos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado ( $n = 27$ ), e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). No Exp. 1, as variáveis analisadas não diferiram ( $P \geq 0,07$ ) com o sistema de recria utilizado durante a estação chuvosa. No Exp. 2, animais recriados no sistema AAMM apresentaram maior tempo para estabilização do consumo de MS ( $P < 0,01$ ), e menor GMD na adaptação ( $P < 0,01$ ), com perda de PC no período. Ainda assim, não houve diferença no consumo de MS ( $P = 0,16$ ), GMD ( $P = 0,10$ ), PC final ( $P = 0,46$ ), rendimento de carcaça ( $P = 0,30$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,62$ ) na terminação em confinamento. O período de recria representou a maior fração do PC obtido até o abate em comparação com o período de terminação, com menores desembolsos com alimentação. Os sistemas de recria avaliados não influenciaram a terminação em confinamento em ambos os experimentos, podendo ser utilizados quando o objetivo é a terminação em confinamento na estação seca.

**Palavras-chave:** adaptação, bovinos, confinamento, desempenho, terminação.

---

#### 4.1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui características climáticas favoráveis no verão para a produção de forrageiras tropicais em maior parte do seu território, e consequentemente à produção de bovinos de corte em pastagens. Porém, as condições climáticas no inverno limitam o desenvolvimento destas plantas, tornando necessário o uso de estratégias como o confinamento para proporcionar alto ganho médio diário (GMD) de peso corporal (PC) e elevado peso de carcaça. O período de adaptação ao confinamento é considerado crítico (MILLEN et al., 2009), pois os animais saem das pastagens e passam receber elevadas proporções de concentrado na dieta, gerando alterações ruminais e metabólicas que podem comprometer o consumo de matéria seca (MS) e o GMD.

As condições do rúmen, e consequentemente a microbiota ruminal é influenciada pela dieta, alterando o potencial de degradação do substrato ingerido (FIORENTINI et al., 2013). Os micro-organismos celulolíticos que atuam sobre a digestão da celulose são sensíveis a quedas no pH (RUSSEL & WILSON, 1996), e assim sendo, alterações drásticas na dieta podem ocasionar alterações e posteriormente reestruturação da flora ruminal, reduzindo o consumo de MS e consequentemente o GMD. O manejo alimentar no período que antecede a terminação, principalmente quanto ao fornecimento ou não de suplemento, pode ser um importante fator na adaptação aos sistemas de confinamento, desempenho, ou ainda alterações da composição corporal de bovinos (PESONEN et al., 2014).

Não há consenso na literatura quanto aos parâmetros que apontam a adaptação às dietas de confinamento, e os efeitos da alimentação prévia ao confinamento sobre aspectos produtivos na terminação não são bem definidos. A utilização de metodologia estatística apropriada para estimar parâmetros como o ponto de estabilização do consumo de matéria seca pode ser uma importante ferramenta para estes estudos. A hipótese deste trabalho é que a terminação de bovinos de corte em confinamento é influenciada pelo sistema de recria. O objetivo deste trabalho foi avaliar se o sistema de recria de bovinos de corte em pastagens influencia sobre o tempo para estabilização do consumo, GMD, PC final, peso e rendimento de carcaça de bovinos terminados em confinamento.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente no setor de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil (21°15'22" S latitude, 48°18'58" 77 W longitude e 595 m). O clima típico da região é subtropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso. Os pastos usados na recria foram implantados no verão de 2001 com *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu (capim Marandu), e dividido em 18 piquetes experimentais.

Os animais utilizados neste experimento foram recriados em pastagens na estação chuvosa 2012/2013, e a terminação em confinamento na estação seca do ano de 2013. No confinamento experimental, foram utilizadas 54 baias individuais (4x2 m<sup>2</sup>) cobertas, providas de comedouros e bebedouro, onde os animais foram alojados na fase de terminação. O período de adaptação dos animais às condições experimentais foi de 21 de Abril a 12 de Maio de 2013 (21 dias) + 84 dias experimentais pós-adaptação (até 04 de Agosto de 2013).

### *Recria na estação chuvosa*

#### *Experimento 1*

Foram utilizados 27 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial média de 12 meses e PC inicial médio de  $335 \pm 6,3$  kg, distribuídos em três alturas de pastejo: 15; 25 e 35 cm em lotação contínua e taxa de lotação variável na estação chuvosa, de Janeiro a Abril de 2013. Foi fornecido suplemento diário às 11h00m em cocho coletivo (1,8 m, acesso bilateral), na dose de 0,3 % do PC (161 g proteína bruta (PB)/kg e 20,1 MJ energia bruta (EB)/kg), formulado com base na análise prévia da forragem, almejando GMD de 1,00 kg/dia (NRC, 1996). O PC médio no final da recria foi: 426; 431 e 437 kg nos tratamentos 15; 25 e 35 cm, respectivamente, com resposta linear ( $P < 0,01$ ) ao aumento da altura do pasto (BARBERO et al., 2015).

#### *Experimento 2*

Foram utilizados 27 tourinhos da raça Nelore, com idade inicial média de 12 meses PC inicial médio de  $336 \pm 5,7$  kg. As alturas crescentes de pastejo em lotação

contínua e taxa de lotação variável na estação chuvosa, de Janeiro a Abril de 2013, foram combinadas com doses decrescentes de suplementação: altura baixa (15 cm) e suplementação alta (0,6 % do PC, 142 g PB /kg e 18,9 MJ EB /kg) (ABSA); altura moderada (25 cm) e suplementação moderada (0,3 % do PC, 161 g/kg PB e 20,1 MJ/kg EB) (AMSM) ou altura alta (35 cm) mistura mineral) (AAMM). O PC final médio foi 428,2 kg (ABSA), 431,6 kg (AMSM) e 429,9 kg (AAMM), sem diferenças pelo teste Tukey ( $P > 0,05$ ) (BARBERO et al., 2015).

#### *Terminação na estação seca*

No início da estação seca, os animais foram confinados em baias individuais, todos recebendo a mesma dieta, permitindo avaliar o efeito do sistema de recria. A dieta de terminação no confinamento foi constituída por bagaço de cana-de-açúcar como volumoso (20 % com base na MS) e concentrado comercial (80 % com base na MS) (Tabela 1). O fornecimento inicial foi de 1,00 kg MS/100 kg PC, aumentado ou reduzido diariamente (15 %) conforme necessidades de ajustes, com pretensão de sobras de 5 % do fornecido. Os 21 dias iniciais foram considerados como período de adaptação do animal ao sistema de terminação, seguido por mais 84 dias de confinamento pós-adaptação.

#### *Composição química*

A MS, matéria orgânica (MO), cinzas (CZ), e extrato etéreo (EE), foram estimados conforme AOAC (1990). A proteína bruta (PB) foi estimada utilizando aparelho LECO® FP 528 (Leco corporation, Michigan, USA). Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram estimada conforme princípios descritos por Mertens (2002), utilizando bolsas filtrantes e equipamento ANKOM® (Ankom technologies, New York, USA). A digestibilidade *in vitro* foi estimada com equipamento e metodologia ANKOM®, *Daisy1* (Ankon technologies, New York, USA). A EB foi obtida utilizando bomba calorimétrica adiabática (PARR Instrument Company 6300, Illinois, USA), dada em megajoule (MJ).

#### *Produção animal*

Os animais foram pesados no início e final da adaptação (21 dias), e final do período experimental (84 dias) em jejum (12 horas). O abate ocorreu em frigorífico comercial, seguindo o fluxo do estabelecimento, quando o peso de carcaça quente (kg) foi tomado para cálculo do rendimento de carcaça, em relação ao PC final. Foram utilizadas as equações:

$$\text{Ganho de PC (kg)} = \text{PC}_{\text{final}} - \text{PC}_{\text{inicial}};$$

$$\text{GMD} = \text{ganho de PC (kg)} / \text{dias};$$

$$\text{Rendimento de carcaça} = (\text{kg}_{\text{carcaça}} / \text{kg PC}_{\text{final}}) \times 100.$$

**Tabela 1.** Composição da dieta para bovinos de corte terminados em confinamento na estação seca:

|                                                               | Composição |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Ingredientes</i>                                           |            |
| Bagaço de cana-de-açúcar (g/kg MS)                            | 200        |
| Farelo de soja (g/kg MS)                                      | 135        |
| Milho triturado (g/kg MS)                                     | 475        |
| Ureia pecuária (g/kg MS)                                      | 14         |
| Núcleo <sup>1</sup> (g/kg MS)                                 | 176        |
| <i>Composição</i>                                             |            |
| Matéria orgânica (g/kg MS)                                    | 787        |
| Proteína bruta (g/kg MS)                                      | 139        |
| Fibra em detergente neutro (g/kg MS)                          | 306        |
| Fibra em detergente ácido (g/kg MS)                           | 170        |
| Energia bruta (MJ/kg MS)                                      | 14,0       |
| Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (g/kg MS)     | 730        |
| Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (g/kg MS) | 750        |

Matéria seca (MS). <sup>1</sup>Núcleo: calcário, enxofre, cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, monocálcico, cloreto de potássio, selenito, iodato de cálcio, monóxido de manganês, monensina sódica, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, óxido de zinco, sulfato de cobre. Monensina sódica = 26 mg/kg de ração.

### Análises estatísticas

O delineamento experimental em ambos os experimentos foi inteiramente casualizado, com três tratamentos, e nove repetições (animais) por tratamento ( $n = 27$ ). Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA): normalidade dos erros e homocedasticidade, utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). Foi aplicado teste de regressão não linear (linear platô) para o consumo diário de MS na adaptação (Figura 1). Foi aplicado teste Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação de médias (fatores qualitativos), utilizando os procedimentos PROC MIXED do software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008), adotando o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + TR_i + \varepsilon_{ij}$$

onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente;  $\mu$  = efeito geral da média;  $TR_i$  = efeito do tratamento "i", "j" = repetição, e  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório.

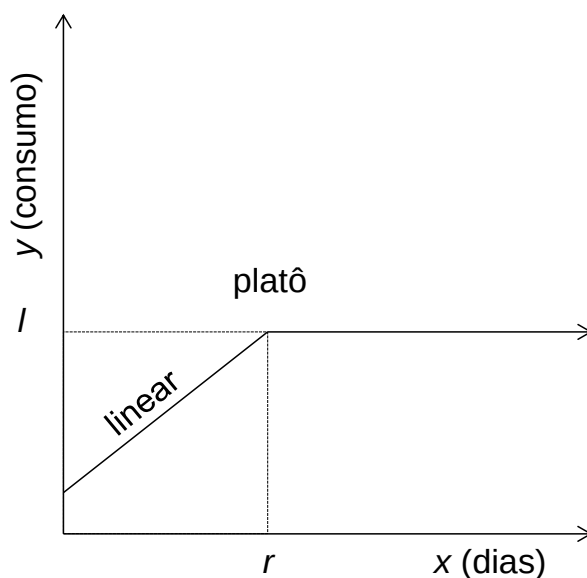


**Figura 1.** Modelo usado para estimar o tempo (dias) para estabilização do consumo de matéria seca por bovinos de corte em adaptação em confinamento.  $Y_{ij} = U \times (X_i < r) * (r - X_i) + l + \varepsilon_{ij}$ . Onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente;  $U$  = sem interpretação biológica;  $X_i$  = tempo;  $r$  = ponto de quebra;  $l$  = consumo estimado no platô; e  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório.

### 4.3. RESULTADOS

#### *Experimento 1*

Todos os animais apresentaram resposta significativa ( $P < 0,05$ ) no teste de regressão não linear (linear platô) para o consumo de MS em função dos dias de adaptação ao confinamento, mostrando que ocorreu estabilização de consumo ao decorrer do tempo. O consumo de MS durante o período de adaptação é apresentado na Figura 2. A altura do pasto utilizada na recria na estação chuvosa não alterou o tempo necessário para estabilização do consumo de MS ( $P = 0,12$ ), consumo de MS no ponto de estabilização ( $P = 0,37$ ) e GMD no período de adaptação ao confinamento ( $P = 0,07$ ) (Tabela 2).

A altura do pasto utilizada na fase de recria na estação chuvosa não alterou o consumo de MS ( $P = 0,32$ ) na terminação em confinamento pós-adaptação (Tabela 2). A diferença de PC resultante da recria (onde animais recriados em 15 cm apresentaram PC inferior) não foi observada após adaptação ao confinamento, ( $P = 0,40$ ). A altura do pasto utilizada na recria não influenciou no GMD na fase de terminação ( $P = 0,30$ ), e as diferenças no PC não persistiram até o final do confinamento, quando não foram observadas diferenças no PC final ( $P = 0,30$ ), rendimento de carcaça ( $P = 0,30$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,13$ ) (Tabela 2).

#### *Experimento 2*

O sistema de recria ABSA apresentou menor erro padrão da média para o consumo de MS no período de adaptação ao confinamento (Figura 2). A regressão não linear (linear platô) foi significativa ( $P < 0,05$ ), demonstrando estabilização do consumo de MS em todos os animais no período de adaptação ao confinamento. O consumo de MS no ponto de platô não foi alterado ( $P = 0,52$ ), mas animais recriados no sistema AAMM apresentaram maior tempo (aproximadamente 10%) para estabilização do consumo de MS ( $P < 0,01$ ), e ainda apresentaram menor GMD no período de adaptação ( $P < 0,01$ ), com perda de peso no período (Tabela 3).

Animais recriados no sistema AAMM perderam PC na adaptação ao confinamento, mas o PC inicial do período experimental após adaptação não apresentou diferença ( $P = 0,94$ ). O sistema de recria influenciou o tempo de

estabilização do consumo de MS no período de adaptação ao confinamento, ainda assim, não houve diferença no consumo de MS ( $P = 0,16$ ), e no GMD ( $P = 0,10$ ) na fase de terminação. Em consequência, não foi observada influência do sistema de recria sobre o PC final ( $P = 0,46$ ), rendimento de carcaça ( $P = 0,30$ ) e peso de carcaça ( $P = 0,62$ ) na terminação de bovinos em confinamento na estação seca (Tabela 3).

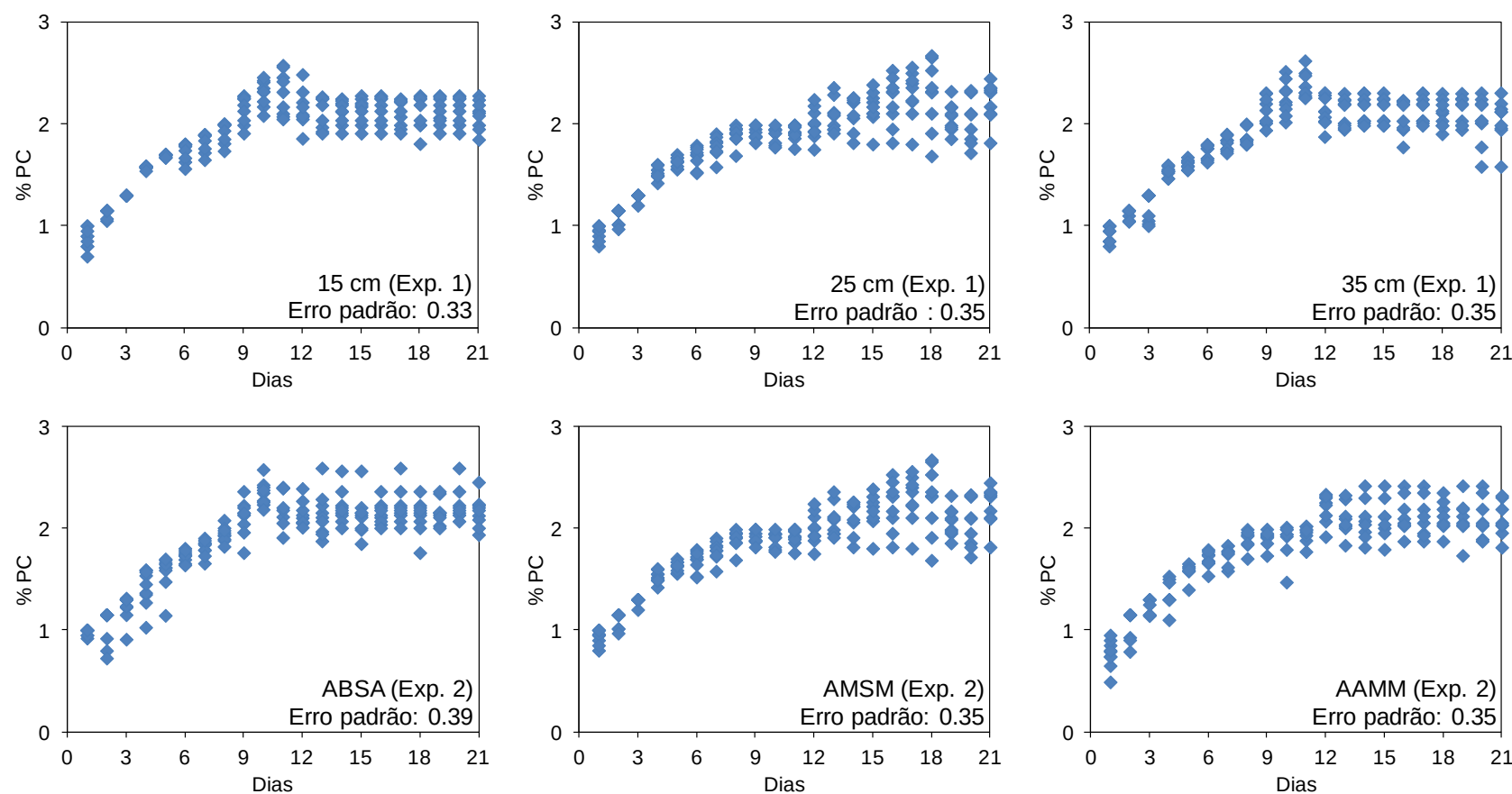


**Figura 2.** Consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso corporal (PC) no período de adaptação ao confinamento, por bovinos de corte recriados em alturas de pastejo de capim Marandu (Exp. 1): 15; 25 e 35 cm, ou combinações de alturas crescentes de pastejo e doses decrescentes de suplementos (Exp. 2): altura baixa e suplementação alta (ABSA), altura moderada e suplementação moderada (AMSM) ou altura alta mistura mineral (AAMM).

**Tabela 2.** Terminação de bovinos de corte em confinamento, recriados em alturas de pastejo de capim Marandu.

| Item                     | Alturas (cm) |      |      | Erro Padrão | P-valor |
|--------------------------|--------------|------|------|-------------|---------|
|                          | 15           | 25   | 35   |             |         |
| Adaptação*               |              |      |      |             |         |
| TEC (dias)               | 9,40         | 9,74 | 9,40 | 1,15        | 0,12    |
| CMS (% PC)               | 2,17         | 2,14 | 2,13 | 0,27        | 0,37    |
| GMD (kg/dia)             | 0,35         | 0,48 | 0,14 | 0,74        | 0,07    |
| Terminação pós-adaptação |              |      |      |             |         |
| CMS (% PC)               | 2,07         | 2,14 | 2,37 | 0,03        | 0,32    |
| PC inicial (kg)          | 433          | 440  | 439  | 17,9        | 0,40    |
| GMD (kg/dia)             | 1,05         | 0,78 | 0,93 | 0,16        | 0,30    |
| PC final (kg)            | 521          | 507  | 517  | 17,1        | 0,30    |
| Carcaça (%)              | 52,2         | 54,2 | 52,4 | 0,76        | 0,30    |
| Carcaça (kg)             | 272          | 274  | 271  | 8,65        | 0,13    |

\* 21 dias iniciais. Tempo para estabilização do consumo (TEC), consumo de matéria seca (CMS), peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD). Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Terminação de bovinos de corte em confinamento, recriados em alturas de pastejo de capim Marandu e doses de suplemento.

| Item                     | Tratamentos       |                   |                    | Erro Padrão | P-valor |
|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|---------|
|                          | ABSA <sup>1</sup> | AMSM <sup>2</sup> | AAMM <sup>3</sup>  |             |         |
| Adaptação*               |                   |                   |                    |             |         |
| TEC (dias)               | 9,63 <sup>b</sup> | 9,74 <sup>b</sup> | 10,6 <sup>a</sup>  | 1,04        | <0,01   |
| CMS (% PC)               | 2,14              | 2,14              | 2,14               | 0,19        | 0,52    |
| GMD (kg/dia)             | 0,80 <sup>a</sup> | 0,48 <sup>a</sup> | -0,18 <sup>b</sup> | 0,55        | <0,01   |
| Terminação pós-adaptação |                   |                   |                    |             |         |
| CMS (% PC)               | 1,92              | 2,13              | 2,22               | 0,03        | 0,16    |
| PC inicial (kg)          | 445               | 442               | 426                | 20,4        | 0,94    |
| GMD (kg/dia)             | 0,94              | 0,78              | 1,06               | 0,18        | 0,10    |
| PC final (kg)            | 524               | 507               | 515                | 14,8        | 0,46    |
| Carcaça (%)              | 53,4              | 54,2              | 52,8               | 0,47        | 0,30    |
| Carcaça (kg)             | 280               | 275               | 272                | 12,7        | 0,62    |

\* 21 dias iniciais. Tempo para estabilização do consumo (TEC), consumo de matéria seca (CMS), peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD). Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> ABSA: altura baixa (15 cm), suplementação alta (0,6% do PC).

<sup>2</sup> AMSM: altura moderada (25 cm), suplementação moderada (0,3% do PC).

<sup>3</sup> AAMM: altura alta (35 cm), mistura mineral.

#### 4.4. DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, vamos discutir os efeitos gerados pelo sistema de recria sobre a adaptação no confinamento. No primeiro experimento o sistema de recria não influenciou a adaptação ao confinamento, mas no segundo experimento, animais não suplementados na recria (AAMM) necessitaram maior tempo para estabilizar consumo no confinamento quando comparados aos animais que recebiam suplemento múltiplo. O fornecimento de suplemento pode alterar o consumo de forragem (MOORE et al., 1999), alterando também a relação volumoso/concentrado da dieta, e as características ruminais (FIORENTINI et al, 2013).

O aumento na proporção de concentrado na dieta resulta no aumento na produção de propionato ruminal, acidificando o rúmen (ALLEN, BRADFORD & OBA, 2009). De acordo com Russel & Wilson (1996), tal redução de pH causada por alterações na dieta também geram inúmeras alterações sobre a população de micro-organismos no rúmen. Assim, animais suplementados na recria poderiam apresentar condições do rúmen previamente adaptadas ao maior consumo de concentrado no confinamento, explicando o maior tempo à estabilização do consumo de MS no período de adaptação apresentado pelos animais recriados mistura mineral.

Owens et al. (1998) em revisão de literatura destacam a acidose no período de adaptação às dietas com elevado teor de concentrado como um dos principais problemas em sistemas de confinamento. No entanto, a capacidade de adaptação dos bovinos às altas quantidades de concentrado foi demonstrada por Schwaiger, Beauchemin & Penner (2013). Embora os testes estatísticos aplicados permitiram detectar variações causadas pela condição prévia ao confinamento sobre o tempo para estabilizar o consumo de MS, podemos considerar que a variação observada (aproximadamente 10 %) pode não acarretar impactos expressivos sobre os sistemas de terminação de bovinos em confinamento.

Alterações abruptas no sistema de produção de bovinos são causas de estresse aos animais. Costa et al. (2012) ressaltam a influência do bem estar animal sobre o desempenho. O manejo de fornecimento diário de suplementos na recria pode estar relacionado também com o condicionamento dos animais à presença

humana, favorecendo a adaptação às instalações e manejos no confinamento. Além de fatores relacionados às condições prévias do ambiente ruminal e maior tempo necessário para estabilização do consumo de MS como já mencionado, a perda de peso apresentada pelos animais recriados mistura mineral (Exp. 2) durante o início do confinamento também pode estar associada ao estresse.

Segundo Pesonen et al. (2014), o plano nutricional pode alterar a composição corporal dos bovinos. O uso de maiores proporções de concentrado pode resultar em menor participação de conteúdo ruminal em relação ao peso corporal, aumentando o rendimento de carcaça, e o contrário poderá ser observado em dietas com alta participação de tecidos fibrosos. Contudo, ainda que houvesse diferença na composição corporal ao final da recria, não foram mais observadas alterações no GMD, PC final, peso e rendimento de carcaça, em ambos os experimentos. Desta forma, ainda que houvessem diferenças entre a composição corporal causadas pelo sistema de recria, estas foram eliminadas durante o período de terminação em confinamento na estação seca, e animais recriados sob diferentes estratégias foram abatidos com o mesmo peso de carcaça em ambos os experimentos.

Davies, Alford & Griffith (2009) discutem o aumento dos custos com o aumento no tempo de confinamento, quando longos períodos são necessários para atingir o peso de abate, atribuindo que animais com maior ganho de peso demandam menos tempo para terminação, e consequentemente menores custos de produção. Encurtar o período de confinamento teria reflexos diretos nos custos por quilograma de carcaça produzida, uma vez que alimentação diária representa a maior parcela dos custos de produção. No entanto, incrementos no custo da dieta para maior desempenho deverão ser considerados. Outra estratégia para encurtar o tempo de confinamento é explorar maior GMD no período de recria, resultando em animais mais pesados ao final deste período e consequentemente animais mais pesados ao início do período de terminação em confinamento.

O ganho de PC total por animal durante o período de terminação foi de  $85 \pm 10$  kg (Exp. 1) e  $86 \pm 9,5$  kg (Exp. 2). Em ambos os experimentos, a maior parte do PC corporal ( $53 \pm 4,0$  % no Exp. 1, e  $52 \pm 3,0$  % no Exp. 2) foi depositado durante o período de recria na estação chuvosa. Considerando o consumo e o preço por kg dos suplementos utilizados durante o período de recria de US\$ 0,42 (mistura

mineral); US\$ 0,24 (0,3 % PC) e US\$ 0,22 (0,6 % PC), e US\$ 0,30/kg durante a fase de terminação (US\$ 1,00 = R\$ 2,28, em 06 de Agosto de 2013), o desembolso com suplementos durante a recria foi de  $9,7 \pm 0,65$  % (Exp. 1), e 18,4 % (ABSA), 9,8 % (AMSM) e 0,9 % (AAMM) (Exp. 2) em relação ao total desembolsado com alimentação até o abate. O valor por kg de ração no período de confinamento foi US\$ 0,22, 14,8 % do preço por kg de PC comercializado na ocasião do abate (US\$ 1,49/kg PC). Isso significa que seria necessário conversão alimentar de 6,8 kg de ração/kg PC produzido apenas para igualar o valor desembolsado com alimentação.

A conversão alimentar média durante o período de terminação em confinamento foi de  $10,7 \pm 0,34$  (Exp. 1) e  $12,4 \pm 1,25$  (Exp. 2) kg de ração/kg PC. Ainda que a dieta de terminação em confinamento possa ser considerada de baixo custo principalmente pela inclusão de bagaço de cana-de-açúcar como volumoso, a elevada conversão alimentar compromete de forma negativa o sistema de produção, elevando o custo por kg de PC produzido. Fica evidente que, independente do sistema de recria utilizado, este foi o período de maior eficiência produtiva e econômica, pois a exploração dos recursos forrageiros na estação chuvosa, aliada à estratégias de suplementação proporcionaram maior fração do PC depositado até o abate, e menor desembolso com alimentação em comparação ao período de terminação em confinamento durante estação seca.

A implicação deste estudo está relacionada com a exploração de sistemas de recria de bovinos de corte em pastagens tropicais durante à estação chuvosa. Sendo o período de recria mais eficiente em comparação com o período de terminação quanto aos aspectos produtivos e econômicos, sistemas de produção explorando altas taxas de lotação visando incrementos na produção por área, e aumento no peso corporal ao final da estação chuvosa e início do período de terminação em confinamento são benéficos ao sistema produtivo como um todo, uma vez que a amplitude dos sistemas de recria avaliados não afetaram as variáveis produtivas analisadas neste estudo durante período de terminação em confinamento. Os sistemas de recria utilizados neste estudo podem ser adotados durante a estação chuvosa conforme o contexto econômico e objetivo de produção, por não influenciarem o consumo de MS, GMD, peso e rendimento de carcaça na terminação em confinamento durante a estação seca.

#### **4.5. CONCLUSÕES**

O fornecimento de suplementos para tourinhos de corte na recria proporciona menor tempo para estabilização do consumo de MS e maior GMD na adaptação dos animais em confinamento na fase de terminação. Após período de adaptação no confinamento, os sistemas de recria utilizados na estação chuvosa não influenciaram o consumo de MS, GMD, peso e rendimento de carcaça na terminação de bovinos em confinamento na estação seca.

#### 4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3317-3334, 2009.
- ANKOM Technology (2005) **In vitro true digestibility using the DAISY<sup>II</sup> incubator**. Acess: February 10, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1990, 771 p.
- BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.110-118, 2015.
- FIORENTINI, G.; MESSANA, J. D.; DIAN, P. H. M.; et al. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, p. 26-34, 2013.
- MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122-135, 1999.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MILLEN, D. M.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 275-286, 1998.
- PESONEN, M.; JOKI TOKOLA, E.; HUUSKONEN, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1399-1404, 2014.
- SAS Institute (2008) 'SAS/STAT 9.2 user's guide.' (SAS Institute: Cary, NC).
- SCHWAIGER, T.; BEAUCHEMIN, K. A.; PENNER, G. B. The duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects the recovery from a bout of ruminal acidosis: dry matter intake and ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 12, p. 5729-5742, 2013.

## 5. IMPLICAÇÕES

Alturas crescentes em pastos de capim Marandu na recria de tourinhos da raça Nelore aumentam o GMD, mas reduzem o GPH na estação chuvosa. Porém, suplementação alta em altura baixa do pasto permite modular os índices produtivos, proporcionando elevado GMD e GPH, simultaneamente, e reduzindo a emissão de  $\text{CH}_4/\text{GMD}$ . A exploração dos recursos forrageiros na recria de tourinhos na estação chuvosa proporciona maior eficiência produtiva em comparação com o período de terminação na estação seca. Os sistemas de recria avaliados podem ser utilizados conforme o contexto econômico e objetivo de produção, pois não influenciaram o GMD, PC final, peso e rendimento de carcaça de animais terminados em pastagens com suplementação, ou em confinamento na estação seca.

## 6. APÊNDICES

**APÊNDICE 1:** Certificado de aprovação dos protocolos experimentais pela comissão de ética no uso de animais, FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal

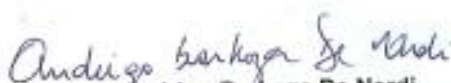


## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

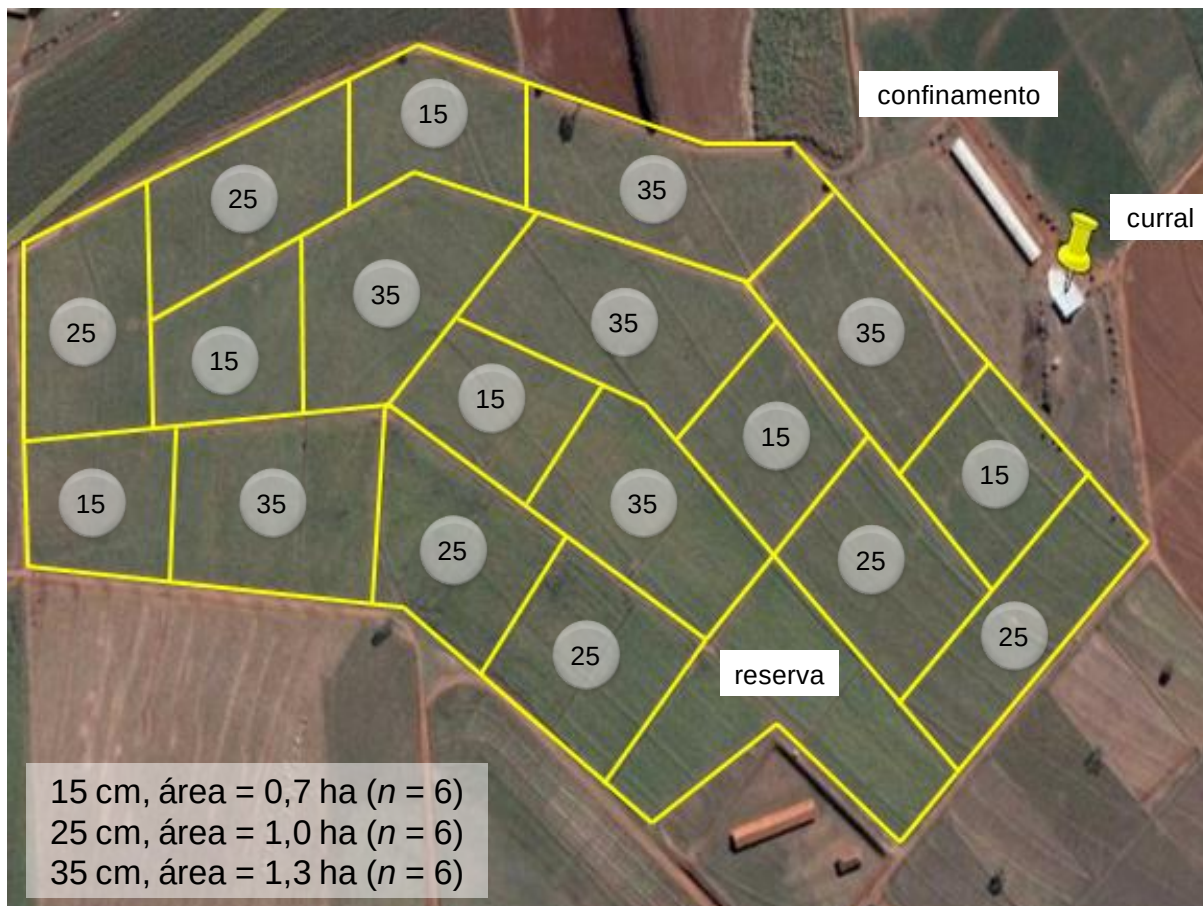
### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 022368/12 do trabalho de pesquisa intitulado "Impactos produtivos, ambientais e econômicos de estratégias de suplementação da dieta de bovinos de corte sob alturas de pastejo e estratégias de terminação.", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 08 de novembro de 2012.

Jaboticabal, 08 de novembro de 2012.

  
Prof. Dr. Andrigo Barboza De Nardi  
Coordenador - CEUA

**APÊNDICE 2:** Representação da área experimental do setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, e alturas de pastejo do capim Marandu na estação chuvosa.



**APÊNDICE 3:** Características de fertilidade do solo na área experimental do setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

| <i>Item</i>                                | Altura (cm) |      |      | Erro   |
|--------------------------------------------|-------------|------|------|--------|
|                                            | 15          | 25   | 35   | Padrão |
| pH (CaCl <sub>2</sub> )                    | 5,00        | 4,84 | 5,00 | 0,11   |
| MO (g/dm <sup>3</sup> )                    | 26,0        | 26,3 | 26,0 | 1,54   |
| P (mg/dm <sup>3</sup> )                    | 10,8        | 9,50 | 8,00 | 1,86   |
| K (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )    | 2,17        | 1,84 | 1,84 | 0,49   |
| Ca (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )   | 15,6        | 14,6 | 13,6 | 1,50   |
| Mg (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )   | 10,6        | 10,8 | 9,67 | 1,33   |
| H+Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 35,8        | 39,3 | 41,0 | 4,00   |
| SB (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )   | 28,5        | 27,3 | 25,1 | 2,69   |
| V (%)                                      | 44,1        | 41,3 | 37,8 | 3,60   |

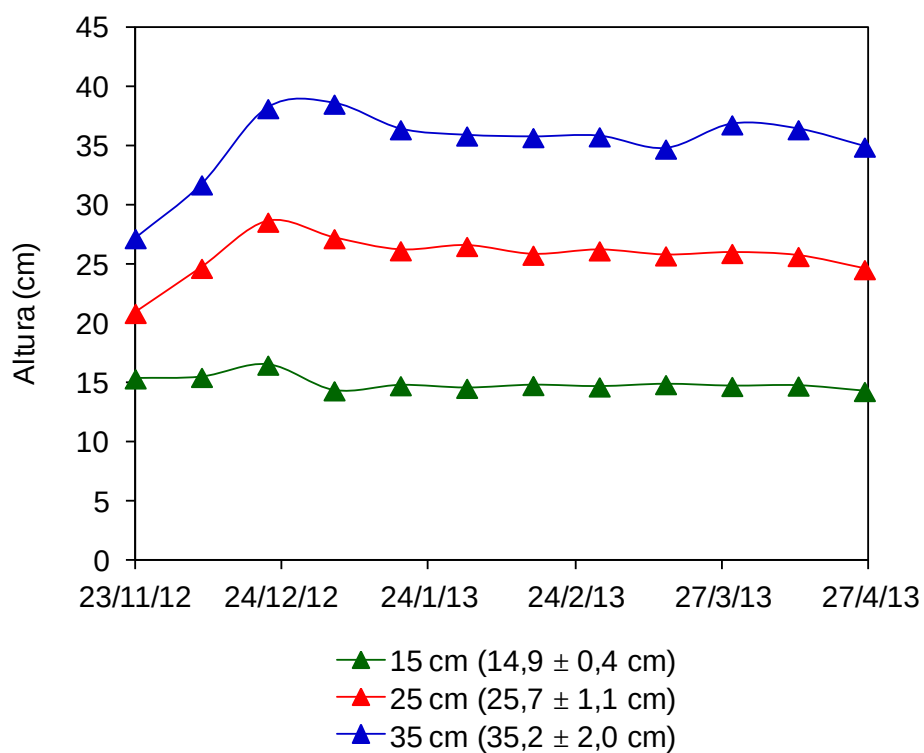
Amostras coletadas na profundidade 0 a 20 cm, no período de Outubro de 2012.

Médias nas linhas não diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

**APÊNDICE 4:** Dados climáticos no período experimental em Jaboticabal, São Paulo, obtidos no acervo climatológico do Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

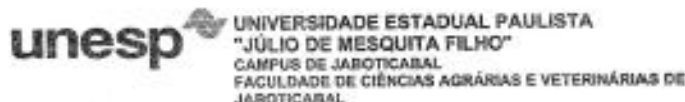
| Mês       | UR<br>(%) | PP<br>(mm) | Temperatura (° C) |      |       |
|-----------|-----------|------------|-------------------|------|-------|
|           |           |            | Máx.              | Mín. | Média |
| Dez./2012 | 74        | 212        | 32,1              | 21,2 | 25,7  |
| Jan./2013 | 79,4      | 384        | 30,2              | 19,9 | 24,0  |
| Fev./2013 | 78,8      | 145        | 31                | 20,1 | 24,3  |
| Mar./2013 | 80        | 141        | 30,1              | 19,5 | 23,8  |
| Abr./2013 | 77,5      | 66,3       | 28,5              | 17,1 | 21,8  |
| Mai./2013 | 72,9      | 93         | 28                | 15,3 | 20,6  |
| Jun./2013 | 79,3      | 31,4       | 27,2              | 15,4 | 20,1  |
| Jul./2013 | 72,5      | 33         | 26,3              | 12,4 | 18,2  |
| Ago./2013 | 57        | 0          | 29                | 12,3 | 19,8  |

Temperatura média máxima (Máx.) e média mínima (Mín.), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluviométrica (PP).



**APÊNDICE 5:** Alturas dos pastos de capim Marandu na estação chuvosa, com lotação contínua por tourinhos de corte e taxa de lotação variável no setor de Forragicultura e Pastagens da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

**APÊNDICE 6:** Aprovação no exame geral de qualificação, como parte das exigências à obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.



**ATA DO EXAME GERAL DE QUALIFICAÇÃO DE RONDINELI PAVEZZI BARBERO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, CURSO DE DOUTORADO, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL.**

Aos 17 dias do mês de setembro do ano de 2015, às 08:30 horas, no(a) DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA / ANFITEATRO, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS do(a) Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI do(a) Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Profa. Dra. ANA CLAUDIA RUGGIERI do(a) Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Prof. Dr. EMANUEL ALMEIDA DE OLIVEIRA do(a) Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Apta / Colina, Prof. Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA do(a) Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Apta / Colina, sob a presidência do primeiro, para o Exame Geral de Qualificação de RONDINELI PAVEZZI BARBERO, nos termos do Regulamento do Programa, tendo o candidato recebido o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS

Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

Profa. Dra. ANA CLAUDIA RUGGIERI

Prof. Dr. EMANUEL ALMEIDA DE OLIVEIRA

Prof. Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

**APÊNDICE 7:** Imagens do setor de Forragicultura e Pastagens, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, na estação chuvosa.



**APÊNDICE 8:** Imagens do setor de Forragicultura e Pastagens, FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, na estação seca.

