UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDRÉ SOLIGO VIZEU DE PALMA

**Efeitos dos diferentes suplementos minerais
proteínados na dieta de bezerros da raça Nelore sob
regime de pastejo**

Pirassununga
2014

ANDRÉ SOLIGO VIZEU DE PALMA

**Efeitos dos diferentes suplementos minerais proteinados na
dieta de bezerros da raça Nelore sob regime de pastejo**

Versão corrigida

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

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran
Netto

Pirassununga
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

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

Palma, André Soligo Vizeu de

Efeitos dos diferentes suplementos minerais
proteínados na dieta de bezerros da raça Nelore sob
regime de pastejo / André Soligo Vizeu de Palma. -

- Pirassununga, 2014.

52 f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.

Departamento de Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.

1. Monensina 2. Óleos Essenciais 3. Minerais
Orgânicos 4. Desempenho 5. Consumo I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Jairo Vizeu de Palma e Francisca Dulce Soligo, por tudo o que fizeram para me proporcionar a vida que tenho, e pelo exemplo de amor, amizade e caráter.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, que me acolheu desde a graduação.

Ao professor Arlindo Saran Netto pela orientação, amizade e confiança.

À agência de fomento CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha avó Eda Giacondino Soligo e minha tia Ângela Fátima Soligo, pelo apoio e carinho.

À Vitoria Gambagorte, minha namorada, pelo companheirismo, amor e cuidado.

Aos meus amigos Leonardo Affonso, Guilherme Cardoso, Lucas Vilas Boas, José Cassiano Fontes, Rodrigo Latorieri, com quem sempre pude contar.

A Vinicius (Rosera), Henrique (Meia), Gerson (Zé), Felipe Balota, Vitor (Alhoman), Tiago (Dão), Eduardo (Corno), Vitor (Neura), Jorge (Codorna) e toda a família criada na República Pocilga, com quem dividi momentos bons e ruins durante todo esse tempo de FZEA.

A todos os professores e funcionários que ajudaram de alguma forma para a realização deste projeto e para minha formação.

"I should like to say two things, one intellectual and one moral. The intellectual thing I should want to say is this: When you are studying any matter, or considering any philosophy, ask yourself only what are the facts and what is the truth that the facts bear out. Never let yourself be diverted either by what you wish to believe, or by what you think would have beneficent social effects if it were believed. But look only, and solely, at what are the facts. That is the intellectual thing that I should wish to say. The moral thing I should wish to say is very simple, I should say love is wise, hatred is foolish. In this world which is getting more and more closely interconnected we have to learn to tolerate each other, we have to learn to put up with the fact that some people say things that we don't like. We can only live together in that way and if we are to live together and not die together we must learn a kind of charity and a kind of tolerance which is absolutely vital to the continuation of human life on this planet."

Bertrand Russell

"I've got an idea, an idea so smart that my head would explode if I even began to know what I was talking about."

Peter Griffin

RESUMO

PALMA, A. S. V. **Efeitos dos diferentes suplementos minerais proteinados na dieta de bezerros da raça Nelore sob regime de pastejo**. 2014. 52 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2014.

A suplementação em pasto e utilização de aditivos nesses suplementos apresentam grande potencial para aumentar a produtividade da bovinocultura de forma sustentável, competitiva e com maior abrangência. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de bezerros Nelore no pós-desmame recebendo suplementação com aditivos nutricionais e minerais orgânicos no sal mineral proteinado em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, na época seca. Foram utilizados 112 bezerros com idade entre 7 e 8 meses e com 252 ± 24 kg de peso corporal no início do experimento. Os animais foram divididos em lotes e manejados em pastos sob lotação rotativa recebendo suplementação no cocho de 4 tratamentos com 4 repetições, sendo eles: Controle (sal mineral proteinado), orgânico (sal mineral proteinado com Zn, Cu e Mn orgânicos), monensina (sal mineral proteinado com 300mg/kg de suplemento de monensina) e óleo (sal mineral proteinado com 1200mg/kg de suplemento de óleos essenciais). A oferta e a sobra do suplemento foram pesadas semanalmente para determinar o seu consumo. A cada ciclo também foram feitas pesagem dos animais, coletas de sangue para análise de minerais e ultrassonografia de carcaça. O consumo do suplemento foi igual para todos os tratamentos no primeiro período ($P=0,125$). Nos períodos 2 e 3 o consumo de matéria seca do tratamento com monensina (0,460kg/animal/dia) foi inferior ($P<0,001$) ao dos tratamentos controle, orgânico e óleo (0,816, 0,914, 0,797 kg/animal/dia, respectivamente), o tratamento orgânico foi superior aos demais, e os tratamentos controle e óleo foram similares. O ganho de peso (0,148, 0,136, 0,073 e 0,134kg/animal/dia para os tratamentos controle, orgânico, monensina e óleo, respectivamente) não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P=0,36$), assim como a eficiência de ganho em relação ao consumo de suplemento (17,8, 14,6, 15,4 e 16,4% para os tratamentos

controle, orgânico, monensina e óleo, respectivamente) ($P=0,97$). Não foi observada diferença estatística para os níveis de Cu, Zn e Mn no sangue. A área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea ($46,78\text{cm}^2$ e $0,77\text{mm}$, respectivamente) não foram diferentes entre os tratamentos, apenas a espessura de gordura subcutânea sofreu efeito de tempo. A adição de monensina diminuiu o consumo do suplemento, mas não foi suficiente para melhorar a eficiência. Os resultados de minerais oferecidos na forma orgânica foram satisfatórios, pois com a suplementação em quantidades inferiores não houve prejuízo no desempenho e na concentração sanguínea desses minerais.

ABSTRACT

PALMA, A. S. V. **Effects of different protein mineral supplements on grazing Nelore calves diet.** 2014. 52 f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2014.

Supplementation of grazing animals and use of additives in these supplements have a great potential to increase the productivity of the cattle industry in a sustainable and competitively way and with greater scope. Therefore, the aim of the study was to evaluate the performance of post-weaning Nelore calves receiving supplementation with additives and organic mineral in the protein mineral salt in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pasture, in the dry season. 112 calves aged between 7 and 8 months and 252 ± 24 kg of body weight at the beginning of the experiment were used. The animals were divided into lots and managed in pastures under rotational stocking, receiving supplementation in troughs of 4 treatments and four repetitions, as follows: Control (protein mineral salt), organic (protein mineral salt with Zn, Cu and Mn in organic form), monensin (protein mineral salt with 300mg/kg of supplement of monensin) and oil (protein mineral salt with 1200mg/kg of supplement of essential oils). The supplement offer and leftovers were weighed every week to determine its intake. Also, in each cycle, weighting of the animals were made, blood samples were taken for analysis of minerals and carcass ultrasound was made. The consumption of the supplement was the same for all treatment in the first period ($P=0,125$). In periods 2 and 3 the dry matter intake of treatment with monensin (0,460kg/animal/day) was lower ($P<0,001$) than control, organic and oil (0,816, 0,914, 0,797 kg/animal/day, respectively), the organic treatment was superior to the others, and control and oil treatments were similar. The weight gain (0,148, 0,136 0,073 e 0,134kg/animal/day for control, organic, monensin and oil treatments, respectively) did not differ statistically between the treatments ($P=0,36$), as well as the efficiency gain relative to the supplement intake (17,8, 14,6, 15,4 e 16,4% for control, organic, monensin and oil treatments, respectively) ($P=0,97$). No statistical difference for Cu, Zn and Mn levels in blood was observed. The ribeye area and fat thickness ($46,78\text{cm}^2$ 0,77mm,

respectively) were not different among treatments, only the fat thickness suffered time effect. The addition of monensin decreased the consumption of the supplement, but was not sufficient to improve the efficiency. The results of minerals in organic form were satisfactory because with supplementation in lower amounts, there was no prejudice on performance and blood concentration of these minerals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista superior da divisão da área experimental – em destaque uma unidade experimental (UE) -----	28
Figura 2. Unidade experimental detalhada-----	28
Figura 3. Animais ao cocho consumindo o suplemento -----	29
Figura 4. Equipamento de ultrassonografia-----	33
Figura 5. Acoplamento do transdutor no animal-----	33
Figura 6. Coleta de sangue -----	34
Figura 7. Amostra de sangue centrifugada -----	34
Figura 8. Variação da temperatura e chuva diária no período experimental----	34
Figura 9. Consumo médio de proteína proveniente do suplemento e ganho de peso diários (GDP) médios em cada tratamento-----	36
Figura 10. Variação na massa seca de forragem (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu) -----	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos estudados. -----	29
Tabela 2. Composição do sal mineral proteinado (%) usado nos diferentes tratamentos. -----	30
Tabela 3. Níveis nutricionais dos diferentes suplementos minerais proteinados. -----	31
Tabela 4. Consumo de suplemento, ganho de peso diário (GPD) e eficiência de ganho em relação ao consumo de suplemento médios de cada tratamento. --	35
Tabela 5. Consumo médio diário de suplemento de cada tratamento por período. -----	36
Tabela 6. Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de cada tratamento. -----	37
Tabela 7. Massa seca de forragem (kg MS/ha) e análise bromatológica (%) do pasto de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em cada período. -----	38
Tabela 8. Concentração de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) no sangue dos animais nos diferentes tratamentos ⁽¹⁾ . -----	38
Tabela 9. Disponibilidade total de matéria seca (DMS) e composição química de <i>Brachiaria brizantha</i> utilizadas em pastejo no período seco de acordo com vários autores. -----	39

SUMÁRIO

1. Introdução-----	14
2. Hipóteses -----	16
3. Objetivo Geral-----	17
3.1 Objetivos específicos -----	17
4. Revisão de Literatura -----	18
4.1 Suplementação em Pasto -----	18
4.2 Monensina -----	20
4.3 Óleos Essenciais-----	23
4.4 Minerais Orgânicos -----	25
5. Material e Métodos -----	28
6. Resultados-----	35
7. Discussão -----	39
8. Conclusões -----	46
9. Referências-----	47

1. INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é de grande importância na economia brasileira, visto que o Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 209 milhões de cabeças, sendo o maior exportador e segundo maior produtor de carne bovina (USDA, 2014).

De acordo com o IBGE (2014), em 2013 o Brasil atingiu pela segunda vez consecutiva o recorde de abate bovino, com 34,412 milhões de cabeças no ano. Um aumento de 10,6% em relação ao ano anterior. Projeções feitas pelo MAPA (BRASIL, 2013) mostram intenso crescimento para o setor de carnes nos próximos anos, com segunda maior taxa de crescimento para a carne bovina (2,0% ao ano) em um período de dez anos.

Diversas estratégias podem ser usadas para melhorar a produtividade do rebanho nacional, porém, apesar desse crescimento nos últimos anos, é estimado que a maioria dos animais sejam criados consumindo exclusivamente pastagem (FRANCO, 2007), e a porcentagem de boi engordado para abate em confinamento ainda é de apenas 8% de acordo com a Associação Nacional de Confinadores (ACRISSUL, 2013).

Esse cenário não deve mudar tão rapidamente, pois a produção de ração para bovinos de corte, que vinha crescendo até 2010, teve queda nos últimos três anos devido à relação de troca (boi gordo / bezerro) e ao custo elevado da alimentação concentrada, de acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2014).

O Brasil possui grande área destinada à pastagem (aproximadamente 160 milhões de hectares), porém essa é subutilizada, com uma taxa de apenas 1,3 animais/ha (BRASIL, 2014).

Além da necessidade de aumento na produtividade, existe também a demanda da sociedade moderna por sustentabilidade dos sistemas de produção (FRANCO, 2007), que envolve a preocupação com a integridade ambiental. A fermentação entérica na agricultura é responsável pela emissão de grande quantidade de gases de efeito estufa no Brasil (FAO, 2013), e, mudanças na dieta e utilização de aditivos podem minimizar esses efeitos.

A suplementação a pasto e a utilização de aditivos nesses suplementos apresentam grande potencial para aumentar a produtividade da pecuária bovina de forma competitiva, sustentável e com maior abrangência.

A monensina e os óleos essenciais são moduladores de fermentação ruminal com potencial para melhorar a utilização do alimento com a diminuição de perdas.

Os minerais orgânicos são mais facilmente absorvidos, podendo ser utilizados em menor quantidade na suplementação, e dessa forma melhorar o desempenho, além de diminuir a excreção do mineral e, conseqüentemente o poder poluente dos dejetos.

2. HIPÓTESES

- I. A suplementação com monensina e óleos essenciais melhora a eficiência e o desempenho de bovinos criados em sistema de pastejo;
- II. Suplementação com minerais orgânicos promovem maior disponibilidade do mineral no sangue.

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de bezerros Nelore no pós-desmame recebendo suplementação com aditivos nutricionais e minerais orgânicos no sal mineral proteinado em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, na época seca.

3.1 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito dos aditivos no consumo do suplemento mineral proteinado.
- Avaliar o desempenho dos animais consumindo os diferentes tratamentos.
- Avaliar a absorção dos minerais oferecidos na forma orgânica, em relação a forma inorgânica, através da concentração no sangue.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Suplementação em Pasto

Existe uma faixa ótima para o nível dietético dos minerais, na qual os animais expressam seu máximo potencial genético. Fora dessa faixa ocorre toxicidade marginal ou deficiência marginal, que acarretam perdas econômicas e, quadros mais graves de toxicidade ou deficiência podem levar a morte (MCDOWELL, 1999). Toxicidade e deficiência marginais geram perdas econômicas sem que possam ser diagnosticadas, por isso é importante a adequada suplementação mineral.

A suplementação protéica de bovinos em pastejo tem por objetivo promover adequada suplementação de proteína e elementos minerais, melhorar a qualidade da dieta, aumentar o consumo de nutrientes e melhorar o aproveitamento do volumoso pelo animal (GARCIA, 2008; BELEOSOFF, 2009).

A estacionalidade da produção de forragem (alta nos meses chuvosos do verão e baixa nos meses de estiagem no inverno) é um fator limitante na produção pecuária de corte em pasto. A baixa precipitação pluviométrica inibe a rebrota do pasto, reduzindo o teor de proteína bruta da forragem e aumentando o teor de fibra insolúvel em detergente neutro. Essa diminuição na qualidade da pastagem piora a digestibilidade da mesma e diminui o consumo de forragem (WARKENTIN, 2005). Portanto, a suplementação durante o período de seca torna-se uma estratégia ainda mais importante.

A suplementação com concentrado durante a fase de recria em pasto não somente melhora o desempenho dos animais nesta fase, mas também na terminação em confinamento, além de não interferir no ganho compensatório (RAMALHO, 2006).

Ramalho (2006), em análise de viabilidade econômica, observou também vantagens em sistemas com suplementação, devido à maior lotação na pastagem, aumento no ganho de peso dos animais na pastagem e no confinamento, maior peso final e melhor rendimento de carcaça.

Moreira et al. (2004) explicam a resposta positiva no desempenho de animais em pasto, suplementados com proteína de alta degradabilidade no

rúmen com a obtenção de concentrações de amônia ruminal a nível superior ao limitante para o desenvolvimento microbiano.

Zanetti et al. (2000) compararam o desempenho de novilhos em pasto, na época de seca, consumindo cana-de-açúcar e diferentes suplementos minerais. Os autores relataram resultado negativo no ganho de peso diário dos animais que consumiram apenas suplementação mineral (-96g), ganhos positivos e similares para animais consumindo suplemento mineral com ureia ou com proteína verdadeira, e ainda maior ganho para os suplementados com proteína verdadeira e ureia (357g/d). Esses resultados sugerem que, mesmo com a suplementação adicional de cana-de-açúcar, o pasto e o sal mineral não suprem as exigências nutricionais dos animais, enfatizando a importância de suplementação com fonte protéica.

Aditivos também são uma alternativa como suplementação a pasto. De acordo com a Instrução Normativa 15/2009/MAPA, a definição de aditivos para produtos destinados à alimentação animal é: "substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo, e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano".

Os aditivos são divididos nas seguintes categorias de acordo com a Instrução Normativa 13/2004/MAPA:

- a) "aditivos tecnológicos: qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos";
- b) "aditivos sensoriais: qualquer substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas destes ou as características visuais dos produtos";
- c) "aditivos nutricionais: toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto";
- d) "aditivos zotécnicos: toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais";
- e) "anticoccidianos: substância destinada a eliminar ou inibir protozoários".

4.2 Monensina

Ionóforos são antibióticos carboxílicos poliésteres, de baixo peso molecular, oriundos da fermentação de *Streptomyces ssp* (WESTLEY, 1982). A monensina é o ionóforo produzido pela *Streptomyces cinnamonensis* (HANEY e HOEHN, 1967) e é o mais estudado dentre os ionóforos aprovados como aditivos alimentares.

Esta classe foi originalmente usada como aditivo anticoccidiano para aves (BERGEN e BATES, 1984) até se mostrar eficiente na nutrição de ruminantes. Desde 1975 a monensina tem aprovação pela *Food and Drug Administration* nos Estados Unidos para uso em bovinos para melhorar a eficiência alimentar (MCGUFFEY et al., 2001).

Ionóforos possuem o exterior da molécula hidrofóbico, enquanto que o interior é hidrofílico. Isso possibilita sua interação, tanto com a membrana celular, que é composta por lipídeos, como com cátions metálicos, promovendo o transporte desse íons específicos através da membrana. No rúmen este transporte de íons faz com que o ionóforo promova uma desorganização do gradiente de íons das bactérias e no seu metabolismo celular (BERGEN & BATES, 1984; RUSSEL & STROBEL, 1989).

A monensina possui maior afinidade com o sódio (Na), que é o cátion predominante no rúmen, e também transloca potássio (K), que é o cátion predominante no interior das células. Quando ela se liga a membrana, promove saída de K, entrada de H⁺ e queda de pH no interior da célula. Em seguida ocorre retirada de H⁺ da célula e entrada de Na. Na tentativa de regular o pH há gasto de ATP, provocando queda da reserva energética, alterando a divisão celular e levando à morte dos micro-organismos (BERGEN & BATES, 1984; RUSSEL & STROBEL, 1989).

A ação de ionóforos no rúmen pode variar de acordo com a sensibilidade do micro-organismo alvo, seletividade do ionóforo, o gradiente de concentração dos íons que podem ser translocados pelo ionóforo, e o aumento de fluxo de íons através da membrana celular (RUSSEL & STROBEL, 1989).

Porém, os ionóforos agem principalmente nas bactérias gram-positivas, favorecendo a prevalência das gram-negativas. As gram-negativas sobrevivem pois possuem dupla membrana celular e dessa forma a membrana interna

permanece protegida e não sofre efeitos da ação dos ionóforos (RUSSELL & WALLACE, 1997).

A monensina apresenta benefícios na eficiência alimentar por diversos modos de ação. Os mais importantes são citados por Schelling (1984):

- Alteração da proporção de ácidos graxos
- Modificação no consumo de alimentos
- Mudança na produção de gases
- Alteração da digestibilidade
- Melhora na utilização de proteínas
- Modificação do enchimento ruminal e da taxa de passagem

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que são resíduos da fermentação dos micro-organismos, representam a principal fonte de energia para ruminantes. A energia presente nos AGCC representa em torno de 75 a 80% da energia originalmente presente nos carboidratos fermentados e, normalmente, contribuem com 50 a 70% da energia digestível do alimento (KOZLOSKI, 2002).

As bactérias gram-positivas são produtoras primárias de acetato, lactato, butirato e H_2 , enquanto as gram-negativas favorecem a produção de propionato (BERGEN & BATES, 1984).

O propionato é um composto gliconeogênico e é o AGCC mais eficientemente utilizado pelo animal, portanto, a diminuição na relação acetato-propionato causada pela monensina aumenta a energia bruta disponível para o animal (TEDESCHI et al., 2011).

A taxa de produção de metano (CH_4) no rúmen está correlacionada com as concentrações de H_2 dissolvidos (TEDESCHI et al., 2011). Dessa forma a diminuição nas bactérias gram-positivas no rúmen pode diminuir a metanogenese.

A degradação ruminal de aminoácidos em amônia (NH_3) diminui com a monensina pois o grupo de bactérias ruminais que tem maior atividade de produção de NH_3 tem sua população diminuída com a monensina. Isso resulta em uma maior quantidade de aminoácidos disponíveis para o animal no trato gastrointestinal pós rúmen (TEDESCHI et al., 2011). Além disso, a diminuição na formação de NH_3 diminui a perda de nitrogênio (N), visto que a produção de

NH₃ no rúmen muitas vezes excede a capacidade das bactérias que utilizam a amônia, e grande parte desse excesso é eliminado na urina.

Ruminantes alimentados com forragem tem o pH normalmente perto do neutro. Quando alimentados com dieta concentrada podem ter uma queda drástica de pH e apresentar quadro de acidose, normalmente associado com o aumento no lactato. A monensina diminui a produção de lactato, modificando esse quadro (RUSSEL & STROBEL, 1989).

Duffield et al. (2012) fizeram uma meta-análise dos efeitos da monensina em bovino de corte e mostraram relação lineares da dose de monensina para eficiência alimentar (maior dose melhora a eficiência), ingestão de matéria seca (maior dose reduz IMS) e ganho de peso diário (maior dose reduz a resposta em GPD).

A monensina sódica é mais comumente oferecida a animais em confinamento recebendo grandes quantidades de cereais, no entanto, também pode ser utilizada em bovinos em pastejo (MANO, 2008).

Em estudo com 38 novilhos Angus e Murray Grey, pesando 253,5±2,2kg, em pastejo, recebendo apenas monensina por cápsula ruminal de liberação controlada, Packer et al. (2011) avaliaram desempenho e fermentação ruminal. Eles encontraram maior peso final para os animais que receberam monensina, comparados ao controle, e relacionaram à melhor utilização de energia, visto que houve aumento do propionato no rúmen.

Bertipaglia (2008), em experimento em Jaboticabal, utilizou 75 novilhas (Santa Gertrudes x Brahman x Nelore) com peso inicial médio de 170kg, em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período de fevereiro a outubro, divididas em tratamentos com sal mineral, suplemento mineral proteinado, suplemento mineral proteinado com monensina, com levedura e com monensina e levedura. A suplementação mineral-protéica teve efeito positivo com relação ao ganho de peso comparada a suplementação com sal mineral. O uso da monensina proporcionou maior produção de ácido propiônico, o que melhorou a eficiência energética no ambiente ruminal, e é recomendado pela autora como aditivo na dieta de bovinos em pastagem pois promoveu maior peso final.

Tedeschi et al. (2003) apresentaram um sumário de revisões sobre o efeito da monensina no desempenho de bovinos de corte, mostrando

consistente melhora na eficiência dos animais suplementados com o aditivo. Quando comparados animais em pasto com animais consumindo concentrado, os autores mostram que animais em confinamento tem o consumo reduzido e mesmo ganho de peso, enquanto nos animais em pasto observa-se elevação do ganho em peso.

Os mesmos autores afirmam também que a utilização de ionóforos pode também melhorar a qualidade do ar, reduzindo a produção de CH₄ e a quantidade de N excretado, ou seja, reduz o poder poluente dos dejetos. Isto é conseguido pela melhoria da eficiência da digestão no rúmen e da menor quantidade de ração consumida para a mesma quantidade de carne e de leite produzida.

4.3 Óleos Essenciais

Existe um grupo de compostos de plantas conhecido como metabólitos secundários que possui duas principais funções: proteger as plantas contra herbívoros e contra a infecção por micro-organismos patógenos; atrair polinizadores e animais de dispersão de sementes. Esses metabólitos secundários são divididos quimicamente em três grupos: terpenos, fenólicos e compostos contendo nitrogênio. Misturas de terpenos voláteis, encontradas em diversas plantas, são chamadas de óleos essenciais e podem ser extraídos por destilação a vapor (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Alegando possível presença de resíduos no leite e carne de ruminantes, e desenvolvimento de resistência bacteriana aos antibióticos, em 2006, a União Europeia proibiu o uso de antibióticos como promotores de crescimento (OJEU, 2003).

Nesse contexto, a preocupação com o uso de antibióticos tem aumentado, e alternativas para substituir os antibióticos tradicionalmente utilizados estão sendo estudadas (SANTURIO et al., 2011). Com isso, pesquisas sobre as atividades antimicrobianas, o modo de ação e potencial uso dos óleos essenciais ganharam importância, já que possuem atividade antimicrobiana comprovada e grande parte desses compostos é reconhecida como sendo segura para consumo humano (ARAUJO, 2010).

Terpenóides e fenilpropanóides desenvolvem sua ação contra as bactérias, pelo menos em parte, através da interação com a membrana celular. Isso ocorre devido à natureza hidrofóbica dos hidrocarbonetos cíclicos, o que lhes permite interagir com as membranas das células e acumular-se na bicamada lipídica das bactérias. Esta interação provoca alterações na estrutura da membrana, resultando em perda de estabilidade e vazamento de íons, desequilibrando o gradiente iônico. As bactérias podem contrabalançar estes efeitos utilizando bombas iônicas, provocando gasto de grandes quantidades de energia, e prejudicando assim o seu crescimento (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Óleos essenciais podem ter efeitos no rúmen semelhantes aos dos ionóforos, de acordo com o modo de ação e por apresentarem mais efeito contra bactérias gram-positivas do que gram-negativas (ARAUJO, 2010). Porém, a atividade antibiótica não é mediada por apenas um mecanismo de ação, visto que os óleos essenciais possuem diversas substâncias químicas. Por isso, essas propriedades ainda não são bem compreendidas (ARAUJO, 2010).

Essa variedade de substâncias confere a alguns óleos essenciais efeitos também sobre bactérias gram-negativas, o que reduz a seletividade e aumenta a dificuldade de manipulação da fermentação ruminal (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Em revisão, Hart et al. (2008) conferem amplas propriedades bactericidas aos óleos essenciais em estudos *in vitro*, por reduzirem a produção de amônia e a concentração total de ácidos graxos de cadeia curta, e apontam essas substâncias como potenciais manipuladores de fermentação ruminal pela capacidade de interferirem nas atividades e número de bactérias, protozoários, fungos e populações arquea. Em relação ao pH ruminal, os óleos essenciais parecem não promover alteração (ARAUJO, 2010).

Conforme Velluti et al. (2003), alguns exemplos de óleos essenciais que possuem funcionalidade conhecida são o timol (extraído do tomilho), o carvacrol (extraído do orégano), a alina e a alicina (extraídas do alho), o citrol e o citronolol (extraídas de plantas cítricas), o mentol (extraído da menta) e o cinamaldeído (extraído da canela).

Em geral, é constatada queda no consumo de matéria seca (ARAUJO, 2010), relacionada à proteção contra herbívoros existente nos óleos essenciais de algumas espécies de plantas.

O óleo de alho, por exemplo, em estudos *in vitro* mostrou-se eficiente na diminuição da produção de metano, e alguns de seus compostos foram capazes de diminuir a proporção de acetato e aumentar as proporções de propionato e butirato (CALSAMIGLIA et al., 2007)

Khiaosa-ard & Zebeli (2013) fizeram uma meta-análise do efeito de óleos essenciais nas características de fermentação ruminal *in vivo* e verificaram que o aumento da dose levou à diminuição na produção de metano e na relação acetato-propionato, com maior efeito em bovinos de corte, em comparação a pequenos ruminantes e bovinos de leite.

Porém, segundo Araujo (2010), informações sobre desempenho de ruminantes recebendo óleos essenciais ainda são escassas pois pesquisas nessa linha tiveram início apenas na década passada.

4.4 Minerais Orgânicos

Os minerais, apesar de serem exigidos em pequenas quantidades, são de grande importância na nutrição animal. A falta desses elementos pode prejudicar o desempenho produtivo e reprodutivo.

Em regiões tropicais, a nutrição mineral inadequada pode ser um severo fator limitante da produção de ruminantes. As plantas forrageiras normalmente não suprem as quantidades necessárias de todos os minerais, o que torna importante a suplementação mineral dos bovinos em pasto. Porém, essa suplementação deve ser feita baseada nas exigências de cada categoria, com o objetivo de aumentar índices produtivos, e não apenas para evitar sinais de deficiência (BARBOSA e SOUZA, 2014).

São considerados essenciais os minerais para os quais já se conhece função (ao menos uma) essencial à vida animal, e esses minerais são classificados em macrominerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, cloro, sódio e enxofre) ou microminerais (ferro, zinco, manganês, iodo, selênio, cobre, cobalto e molibdênio), de acordo com as quantidades necessárias de cada um.

McDowell (1999) resume as principais funções de diversos minerais essenciais, incluindo os estudados nesse trabalho. O cobre (Cu) é um cofator em vários sistemas enzimáticos de oxirredução, atua na síntese da hemoglobina, formação óssea, manutenção da mielina dos nervos e pigmentação dos pelos. O manganês (Mn) é essencial para a formação óssea normal, ativador e constituinte de sistemas enzimáticos, envolvido na fosforilação oxidativa, metabolismo de aminoácidos e síntese de ácidos graxos. O zinco (Zn) é componente ou cofator de vários sistemas enzimáticos, incluindo peptidase e anidrase carbônica, requerido para a síntese e metabolismo das proteínas e para os ossos.

Com o desenvolvimento de tecnologia em equipamentos e métodos analíticos, aumentou-se a precisão e sensibilidade das análises, e com isso, o desenvolvimento de diferentes produtos como os minerais orgânicos ou minerais quelados, que despertaram novo interesse em pesquisas com minerais (MORAES, 1998).

Minerais quelados são formados por processos industriais, que promovem a ligação de metais a uma ou mais moléculas orgânicas (aminoácidos, proteínas parcialmente hidrolisadas ou polissacarídeos) (LANGWINSKI E OSPINA, 2001), e compartilham propriedades dos metais e aminoácidos, e ainda, possuem propriedades exclusivas.

Os minerais orgânicos podem ser obtidos de diferentes maneiras. A AAFCO (2001) os classifica da seguinte forma:

- "Complexo metal aminoácido: Produto resultante da complexação de um sal de metal solúvel com um aminoácido qualquer".
- "Complexo metal aminoácido específico: Produto resultante da complexação de um sal de metal solúvel com um aminoácido específico".
- "Quelato metal aminoácido: Produto resultante da reação de um íon metálico de um sal de metal solúvel com aminoácidos com uma razão molecular de um mole para 1-3 moles de aminoácidos para formar ligações covalentes coordenadas".
- "Complexo metálico de polissacarídeo: Produto resultante da complexação de um sal solúvel com uma solução de polissacarídeo".

- "Metal Proteinato: Produto resultante da quelação de um sal solúvel e de aminoácidos e / ou proteína parcialmente hidrolisada".

Quando vitaminas são expostas a agentes oxidantes como sais minerais, as cargas iônicas aceleram a taxa de destruição das vitaminas. Isso acontece em premix vitamínico-mineral. Por esse motivo, Shurson et al. (2011) compararam a atividade de vitaminas de premixes vitamínico-mineral estocados, com minerais na forma inorgânica ou complexos metal aminoácido específicos (mineral orgânico). A utilização de complexos mineral aminoácido específico reduziu as perdas de atividade de vitamina em 40 a 50% durante o armazenamento por até 120 dias.

Zanetti (2014) lista vantagens dos minerais orgânicos em relação aos inorgânicos:

- "Maior biodisponibilidade;
- Maior absorção;
- Maior retenção;
- Menor eliminação pelas fezes (diminuindo contaminação do meio ambiente);
- Não combinação com outros minerais no trato digestivo, impedindo formação de compostos insolúveis;
- Utilização de mecanismo de absorção diferente dos minerais inorgânicos;
- Baixa contaminação com metais pesados."

Hansen et al. (2007) concluíram que fonte orgânica de cobre pode reduzir ou evitar efeitos adversos de antagonistas como manganês e enxofre, demonstrando que fontes orgânicas de mineral sofrem menos interações.

Por possuir todas essas características, os minerais na forma orgânica mostram-se capazes de suprir as necessidades dos animais sendo suplementados em menor quantidade.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na época seca, entre setembro e novembro de 2011, dividido em 3 períodos (de 1/junho a 6/julho; de 7/julho a 11/agosto; de 12/agosto a 16/setembro), nas dependências da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP). A área pertencente à prefeitura do Campus Administrativo está situada no município de Pirassununga – SP (21° 59'S e 47° 26'W, 634 m de altitude), possui clima subtropical e apresenta solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental era formada por pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em uma área de 25,2 ha, dividida em 16 sistemas rotacionados de 1,575 ha, subdivididas em 5 piquetes de 3150 m² (35 x 95 m), como esquematizado na Figura 1, e um corredor com 525 m² (175 x 3 m), usado como meio de acesso dos animais dos piquetes a um cocho de suplemento coberto, com 2 m de comprimento por unidade, e a um bebedouro (Figuras 2 e 3). O ciclo de pastejo (CP) era de 35 dias (sendo 7 dias de ocupação e 28 dias de descanso), que corresponde a um período experimental.

Figura 1. Vista superior da divisão da área experimental – em destaque uma unidade experimental (UE)

Figura 2. Unidade experimental detalhada

Figura 3. Animais ao cocho consumindo o suplemento

Foram utilizados 112 bezerros da raça Nelore recém desmamados com idade entre 7 e 8 meses e, peso vivo médio de 252 kg ($\pm$ 24 kg). Os animais foram divididos em 4 tratamentos (Tabela 1) com 4 repetições, formando 16 grupos de sete animais em cada sistema rotacionado. As unidades experimentais foram os sistemas rotacionados.

Tabela 1. Tratamentos estudados.

Tratamento	Descrição
T0 (Controle)	Sal mineral proteinado
T1 (Monensina)	Sal mineral proteinado + Monensina (300mg/kg de suplemento)
T2 (Óleo)	Sal mineral proteinado + Óleo essencial (1200mg/kg de suplemento)
T3 (Orgânico)	Sal mineral proteinado com Minerais orgânicos (Zn;Mn;Cu)

A composição do sal mineral proteinado de cada tratamento pode ser observada na Tabela 2. Os óleos essenciais utilizados no T2 são um produto comercial a base de óleo de *Allium sativum* (alho) e de *Cinnamomum zeylanicum* (canela). Os minerais orgânicos são quelatados a metionina hidroxí análoga formando uma estrutura molecular de 1:2.

Tabela 2. Composição do sal mineral proteinado (%) usado nos diferentes tratamentos.

Matéria-Prima	Controle	Monensina	Óleos essenciais	Orgânico
Casca de Soja	33,3000	40,3500	33,3000	33,3000
Cobre Orgânico	0,0000	0,0000	0,0000	0,0633
Sulfato de Cobre 24%	0,0571	0,0571	0,0571	0,0000
Sulfato de Cobalto 20%	0,0045	0,0045	0,0045	0,0045
Zinco Orgânico	0,0000	0,0000	0,0000	0,1781
Óxido de Zinco	0,0792	0,0792	0,0792	0,0000
Iodato de Cálcio	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Selenito de Sódio	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Manganês Orgânico	0,0000	0,0000	0,0000	0,0415
Sulfato de Manganês 26%	0,0284	0,0281	0,0284	0,0000
Sal Branco	25,0000	20,0000	25,0000	25,0000
Fosfato Bicálcico	4,2564	4,3077	4,2564	4,2564
Ureia Pecuária	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
Farelo de Algodão 38%	21,7000	19,6500	21,7000	21,7000
Sulfato de Cálcio	3,1333	3,1333	3,1333	3,2000
Dolomítico Animal	2,3641	2,1632	2,2441	2,1791
Ácido Propiônico	0,0750	0,0750	0,0750	0,0750
Rumensin 200	0,0000	0,1500	0,0000	0,0000
Óleos Essenciais	0,0000	0,0000	0,1200	0,0000

O sal mineral proteinado do tratamento com minerais orgânicos (T3) tem valores mais baixos para esses minerais (Zn, Cu e Mn), como pode ser observado na Tabela 3. Eles estão na forma de complexo metal-aminoácido específico.

Tabela 3. Níveis nutricionais dos diferentes suplementos minerais proteinados.

Nutriente	Controle	Monensina	Óleo	Orgânico	Unidade
Óleos Essenciais	0	0	1200	0	mg/kg
Ácido Propiônico	750	750	750	750	mg/kg
Cálcio (Ca)	25,22	25,17	24,93	24,93	g/kg
Cloro (Cl)	147,15	117,72	147,15	147,15	g/kg
Cobalto (Co)	9	9	9	9	mg/kg
Cobre (Cu)	136,99	136,99	136,99	95,00	mg/kg
Enxofre (S)	4,98	4,98	4,98	4,98	g/kg
Flúor (F)	83,00	84,00	83,00	83,00	mg/kg
Fósforo (P)	10,49	10,45	10,49	10,49	g/kg
Iodo (I)	10,02	10,02	10,02	10,02	mg/kg
Magnésio (Mg)	2,92	2,68	2,78	2,70	g/kg
Manganês (Mn)	107,94	107,44	107,94	54,00	mg/kg
Monensina	0	300	0	0	mg/kg
Selênio (Se)	1,49	1,49	1,49	1,49	mg/kg
Sódio (Na)	92,50	74,00	92,50	92,50	g/kg
Zinco (Zn)	569,95	569,95	569,95	284,99	mg/kg
NDT ⁽¹⁾	393,06	435,46	393,06	393,06	g/kg
PB ⁽²⁾	400,09	400,06	400,09	400,09	g/kg
NNP ⁽³⁾	281	281	281	281	g/kg

⁽¹⁾Nutrientes digestíveis totais. ⁽¹⁾Proteína bruta. ⁽¹⁾Nitrogênio não protéico (em equivalente protéico).

A massa seca de forragem por área foi estimada pelo método da dupla amostragem. A primeira amostragem foi realizada de maneira destrutiva, em cinco pontos da pastagem, sendo estes escolhidos pela altura, onde devem constar uma amostra com altura média próxima às menores condições observadas na pastagem, outra próxima às maiores e as outras três em alturas intermediárias.

Com um quadrado de amostragem de 1 m² de área, o local da amostragem foi demarcado, com subsequente medição da altura média em 5 pontos dentro dele e, posteriormente, foi feito o corte da forragem a 5 cm do solo. O material cortado foi pesado e amostrado para a determinação do teor de matéria seca (MS).

Correlacionando os dados de altura e quantidade de MS por área, foi obtida uma equação linear utilizada para a estimativa. Com isso, a quantidade de massa seca de forragem em cada unidade foi obtida pela determinação da

altura média, em 30 pontos em cada piquete e em 3 piquetes por unidade, imediatamente antes do início do pastejo. O procedimento foi repetido a cada ciclo de pastejo para a maior precisão da estimativa.

O consumo médio diário foi determinado por meio do controle em peso do suplemento colocado nos cochos, subtraído do peso da sobra, avaliada semanalmente. O valor foi dividido pelo número de animais e pelo número de dias do intervalo de avaliação, com a determinação do consumo médio diário por animal a cada ciclo.

Os animais foram pesados no início do experimento e ao final de cada ciclo de pastejo (35 dias), sob jejum de forragem, suplemento e água por 12 horas. O ganho de peso médio diário (GPD) foi calculado pela diferença entre os valores das pesagens dividido pelo intervalo de dias entre pesagens. A eficiência foi calculada pelo cosciente do ganho de peso médio diário pelo consumo médio diário de suplemento, para cada unidade experimental.

As amostras da forragem foram coletadas, por simulação manual de pastejo, a cada ciclo de pastejo para realização de análises bromatológicas.

O material coletado foi levado à estufa de circulação forçada a 65° C por 72 h e posteriormente foram realizadas avaliações bromatológicas, além da determinação de MS.

As amostras pré-secas foram moídas em moinho de Willey dotado com peneira de malha de 1 mm e analisadas de acordo com os métodos descritos por AOAC (1995) para determinar MS (AOAC 950,15), proteína bruta (PB, AOAC, 984,13), extrato etéreo (EE, AOAC 920,39) e matéria mineral (MM, AOAC 942,05), e analisadas de acordo com Van Soest et al. (1991) para determinar fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A análise de FDN foi realizada de acordo com as adaptações descritas por Mertens (2002).

As pesagens do final de cada ciclo e as ultrassonografias foram realizadas juntamente. A técnica de ultrassonografia para predição das características de carcaça foi realizada na região do contra-filé (músculo *Longissimus dorsi*) entre a 12ª e 13ª costela do lado esquerdo do animal. Primeiramente realizou-se a limpeza do local para retirada de excesso de pelos e sujeira. Em seguida colocou-se óleo vegetal para melhor acoplamento do

transdutor com o corpo do animal, e então foi realizada a tomada da imagem ultrassonográfica (Figura 5).

Na análise da imagem do contra-filé (músculo *Longissimus dorsi*), circundou-se a área de olho-de-lombo que aparece no monitor do aparelho para obtenção da medida da mesma, em centímetros quadrados. Mediu-se também a espessura da camada de gordura subcutânea em milímetros. O equipamento de ultrassonografia utilizado foi o Aloka SSD-500, com transdutor linear de 3,5 MHz e 18 cm de comprimento (Figura 4).

Figura 4. Equipamento de ultrassonografia

Figura 5. Acoplamento do transdutor no animal

As amostras de sangue venoso também foram colhidas nos dias das pesagens, ao final dos ciclos de pastejo. O sangue foi retirado da veia jugular (Figuras 6 e 7) utilizando sistema de colheita a vácuo (Vacutainer®) para determinação dos teores dos minerais: Cu, Zn e Mn. Após a colheita, as amostras foram centrifugadas a 2560xg durante 15 minutos e o sobrenadante foi pipetado e acondicionado em microtubos (tipo *Eppendorf*) e congelado a -20°C. Posteriormente, o soro foi enviado para análise de minerais por espectrofotometria de absorção atômica (MILES et al., 2001).

Figura 6. Coleta de sangue

Figura 7. Amostra de sangue centrifugada

Os dados de temperatura e pluviosidade do período experimental foram obtidos da Estação Meteorológica do Campus de Pirassununga da USP.

Na Figura 8 é possível observar a variação de temperatura e precipitação pluviométrica média entre cada período experimental. As temperaturas médias foram de 16,14°C, 18,24°C e 20,83°C e a precipitação de 1,22mm, 0,37mm e 0,66mm por dia, para os períodos 1 (maio a julho), 2 (julho a agosto) e 3 (agosto a setembro), respectivamente.

Figura 8. Variação da temperatura e chuva diária no período experimental

Os dados foram analisados por Análise de Variância considerando medidas repetidas no tempo, sendo utilizado o teste de Tukey, com nível de significância 5%, para comparação entre as médias dos tratamentos, dos períodos e interação. Essas análises foram feitas pelo software SAS 9.1 (2004).

6. RESULTADOS

Os dados de consumo de suplemento, consumo de proteína proveniente do suplemento, GPD e eficiência de ganho em relação ao consumo de suplemento, para cada tratamento, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, e na Figura 9. Entre todos os tratamentos e períodos, o consumo médio foi 0,678 kg/animal/dia, e o GPD 0,124 kg/animal/dia. Excluindo o primeiro período em que os animais perderam uma média de 0,023kg/animal/dia, o GPD médio foi de 0,196 kg/animal/dia.

Apenas no período 1 o consumo foi similar para todos os tratamentos ($P=0,125$). Nos períodos 2 e 3 os animais apresentaram menor consumo do suplemento com monensina comparado aqueles que receberam outros suplementos ($P<0,001$). O consumo dos tratamentos controle e óleo não foram estatisticamente diferentes ($P<0,001$) nos períodos 2 e 3, e o consumo do tratamento orgânico foi superior aos demais. O consumo de proteína se comportou da mesma forma, visto que a porcentagem de proteína era a mesma em todos os tratamentos, e foi de 0,299, 0,320, 0,183 e 0,283 kg para os tratamentos controle, orgânico, monensina e óleo, respectivamente.

O ganho de peso diário e a eficiência de ganho em relação ao consumo de suplemento não apresentaram diferença entre nenhum dos tratamentos.

Tabela 4. Consumo de suplemento, ganho de peso diário (GPD) e eficiência de ganho em relação ao consumo de suplemento médios de cada tratamento⁽¹⁾.

	Controle	Orgânico	Monensina	Óleo	Média	Erro Padrão	Valor P		
							Tratamento	Período	Tratamento *Período
Consumo (kg/dia)	0,747	0,801	0,459	0,707	0,678	0,028	<,0001	<,0001	0,009
GPD (kg/dia)	0,148	0,136	0,073	0,134	0,123	0,022	0,369	<,0001	0,446
Eficiência	0,178	0,146	0,154	0,164	0,161	0,031	0,970	<,0001	0,749

⁽¹⁾Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas diferem entre si ($p<0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Consumo médio diário de suplemento de cada tratamento por período⁽¹⁾.

Período	Controle	Orgânico	Monensina	Óleo	Valor P
1	0,607 c	0,574 b	0,455	0,526 b	0,1247
2	0,847 Ba	0,918 Aa	0,505 C	0,814 Ba	<,0001
3	0,786 Bb	0,911 Aa	0,416 C	0,780 Ba	<,0001

⁽¹⁾Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 9. Consumo médio de proteína proveniente do suplemento e ganho de peso diários (GDP) médios em cada tratamento

A partir dos dados obtidos pela técnica de ultrassonografia foi observado efeito de tempo ($<0,001$), apenas para a espessura de gordura subcutânea (EGS), com diminuição de seus valores, mas não houve efeito de tratamento estatisticamente significativo ($P > 0,05$). Esses dados podem ser observados na Tabela 6 e na figura 10.

Tabela 6. Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de cada tratamento⁽¹⁾.

	Controle	Orgânico	Monensina	Óleo	Média	Erro Padrão	Valor P		
							Tratamento	Período	Tratamento *Período
AOL (cm ²)	46,35	47,90	46,05	46,81	46,78	0,357	0,307	0,109	0,964
EGS (mm)	0,68	0,87	0,80	0,73	0,77	0,088	0,542	<,0001	0,933

⁽¹⁾Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Figura 10 e na Tabela 7 estão ilustradas a massa seca de forragem e os resultados da análise bromatológica do pasto. Para MS, PB, FDN e FDA foi possível observar diferença estatística apenas entre os períodos ($P < 0,001$). A proteína bruta média na pastagem foi de 4,16%.

Figura 10. Variação na massa seca de forragem (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)

Período 1: maio a julho, período 2: julho a agosto e período 3: agosto a setembro

Tabela 7. Massa seca de forragem (kg MS/ha) e análise bromatológica (%) do pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em cada período.

Período ⁽⁸⁾	MSF ⁽¹⁾	MS ⁽²⁾	PB ⁽³⁾	MM ⁽⁴⁾	EE ⁽⁵⁾	FDN ⁽⁶⁾	FDA ⁽⁷⁾
1	5577	39,59	4,20	7,44	1,53	74,73	41,75
2	4552	49,19	3,70	7,95	1,12	77,07	45,15
3	4187	70,00	4,59	7,02	0,89	76,80	46,68

⁽¹⁾Massa seca de forragem. ⁽²⁾Matéria seca. ⁽³⁾Proteína bruta. ⁽⁴⁾Matéria mineral.

⁽⁵⁾Extrato etéreo. ⁽⁶⁾Fibra em detergente neutro. ⁽⁷⁾Fibra em detergente ácido.

⁽⁸⁾Período 1: maio a julho, período 2: julho a agosto e período 3: agosto a setembro

Foi realizada análise de minerais do pasto sendo, as concentrações de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) de 16,1, 3 e 89,7 mg/kg de MS, respectivamente. Os valores não foram diferentes entre a área de cada tratamento ($P>0,05$), eliminando a possibilidade de interferência pela ingestão de diferentes quantidades de mineral pela pastagem.

A quantidade de cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) no sangue foram estatisticamente iguais para todos os tratamentos ($P>0,05$). Foi observado apenas diferença entre os períodos ($P<0,001$), com diminuição nos teores desses minerais no sangue. Esses dados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Concentração de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) no sangue dos animais nos diferentes tratamentos⁽¹⁾.

	Controle	Orgânico	Monensina	Óleo	Média	Erro Padrão	Valor P			Valor Normal ⁽²⁾
							Tratamento	Período	Tratamento* Período	
Zn (mg/L)	1,023	0,895	0,956	1,004	0,969	0,045	0,488	<,0001	0,642	0,8 - 1,2
Cu (mg/L)	0,489	0,519	0,450	0,522	0,495	0,017	0,077	<,0001	0,329	0,6 - 1,1
Mn (mg/L)	0,140	0,151	0,140	0,142	0,143	0,013	0,682	<,0001	0,262	± 0,03

⁽¹⁾Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas diferem entre si ($p<0,05$) pelo teste de Tukey.

⁽²⁾Valor normal do mineral no sangue bovino (Minson, 1990).

7. DISCUSSÃO

As baixas temperaturas e precipitações são fatores que influenciaram na produtividade e qualidade da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (COSTA et al., 2005), mostrando o efeito da estacionalidade na produção de forragem.

Em revisão, Silva et al. (2009) agrupam dados de produção de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* de diversos autores (Tabela 9). De acordo com os autores o mínimo de disponibilidade de MS necessário para garantir seletividade e ganhos individuais satisfatórios sem comprometer o ganho por área é de 4.500 kg de MS total/ha. Nos primeiros dois períodos deste experimento a disponibilidade de forragem ultrapassou esse valor, apenas no terceiro período foi inferior.

Tabela 9. Disponibilidade total de matéria seca (DMS) e composição química de *Brachiaria brizantha* utilizadas em pastejo no período seco de acordo com vários autores.

Autores	DMS	FDN (%MS)	FDA (%MS)	PB (%MS)
Kabeya et al. (2002)	10.046	71,9		4,2
Manella et al. (2002)	4.523	74,8		5,1
El-Memari Neto et al. (2003)	4.523			6,0
Acedo (2004)	14.386	66,3	50,0	4,4
Oliveira et al. (2004)	3.700	78,2	44,4	6,8
Goes et al. (2005)	8.726	70,3	39,4	7,2
Moraes et al. (2006)	12.075	70,1		5,8
Barbosa et al. (2007)	6.385	65,5	32,3	6,9
Ítavo et al. (2007a)	7.730	67,4		5,7
	8.133	70,0		4,2
Ítavo et al. (2007b)	6.000			
Ítavo et al. (2008)	8.000			
Sales et al. (2008a)	11.993	71,6	46,7	9,0
Sales et al. (2008b)	7.039	71,8	44,3	8,7
Silva (2008)	3.654	84,3	46,0	6,1
Schio (2009)	8.200	85,6	50,5	3,9
	6.884	86,7	58,9	4,1
	5.948	86,1	43,2	4,0
Mateus (2009)	6.727			
Souza (2009)	5.621	76,0	39,1	6,7

Adaptado de SILVA et al., 2009

Altos valores de FDN (acima de 60%), limitam o consumo voluntário de forragem, enquanto que, quanto maior o teor de FDA, pior é a digestibilidade, com valor crítico de 40% (Van Soest, 1994). Os animais tiveram prejuízo com a qualidade do pasto, visto que os teores eram de 76,2% para FDN e 44,5% para FDA.

Beleossoff (2009) realizou estudo em Planaltina – Distrito Federal durante os meses de agosto a setembro de 2007, utilizando área de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e diferentes suplementos. A massa média de forragem (5.300 kg de MS/ha) e da análise bromatológica da amostra composta do pasto (MS: 62,2%, PB: 2,9%, FDN: 78,9%, FDA: 50,1%) foram parecidos com os obtidos neste trabalho, porém, o consumo médio do sal mineral protéico foi inferior (0,335kg/animal/dia).

Para os animais do presente experimento (peso médio durante o período experimental: 260kg) era esperado consumo em torno de 0,260 kg/dia, pois a indicação para consumo de suplemento mineral proteinado é 1g de suplemento/kg de peso vivo/dia (EMBRAPA, 2001). O consumo médio do suplemento entre todos os tratamentos e períodos foi de 0,678 kg/animal/dia, sendo muito superior ao recomendado.

No experimento de Zanetti et al. (2000) com novilhas o consumo de sal mineral proteinado com ureia foi de 0,650 kg/animal/dia, similar ao encontrado neste experimento. O ganho de peso, porém, foi superior (0,357kg/animal/dia), mas os animais estavam em pasto de *Baracharia decumbens* e receberam suplementação de 10,5 kg de cana-de-açúcar/cab./dia.

Foi observado perda de peso dos animais no primeiro período, em todos os tratamentos, provavelmente devido ao estresse da desmama e adaptação à nova dieta. Esse efeito também foi observado por Vilela et al. (2011) em bezerros da raça Nelore recém desmamados, com idade média de oito meses, criados em pasto (*Brachiaria brizantha*), com suplementação mineral. Os pesquisadores afirmam que esse estresse promove falta de apetite e depressão da resposta imune. Nos períodos subsequentes o ganho de peso foi positivo em todos os tratamentos, mostrando que o sal mineral proteinado desempenhou seu papel na nutrição dos animais.

A utilização da tecnologia de ultrassonografia é uma maneira não invasiva e não destrutiva para estimar AOL e EGS em bovinos vivos. Estudos

demonstram que esses valores podem indicar composição de carcaça e rendimento de cortes cárneos de alto valor comercial (Dibiasi et al., 2010).

Houve redução na EGS, isso pode ser explicado pela mobilização da gordura subcutânea como fonte de energia ao desenvolvimento do tecido muscular, uma vez que os animais, em fase de crescimento, receberam apenas suplemento mineral proteinado.

A presença de monensina limitou o consumo do suplemento. Benchaar et al. (2006) observaram o mesmo efeito, com diminuição em 10% no consumo de suplemento que continha monensina, e consumo similar de suplemento com óleos essenciais, quando comparados ao controle.

Com resultados de consumo similares ao deste trabalho, Franco (2007) constatou que a inclusão de monensina sódica no suplemento mineral reduziu a aceitação do mesmo pelos animais. Segundo ele, a aversão ao suplemento foi gerada ao longo do tempo, indicando condicionamento pós-ingestivo, e é oriunda da molécula da monensina.

O consumo superior do tratamento com minerais orgânicos não está de acordo com os resultados de Spears e Kegley (2002), que utilizaram fontes orgânica e inorgânica e não encontraram diferença no consumo.

De acordo com Tedeschi et al. (2011), aditivos como monensina e óleos essenciais são capazes de agir positivamente sobre a fermentação ruminal e desempenho de ruminantes, porém sua eficácia pode depender do tipo de alimentação, do estado fisiológico do animal e da espécie animal.

Rodrigues (2004) observou que a resposta à monensina varia com o nível de fibra da dieta e a dose do produto. De forma geral, este pesquisador demonstrou que a resposta à monensina é menor em dietas com altos níveis em fibra, sendo suficiente baixa dose do produto (150 mg/animal/dia) para desencadear respostas máximas. Este resultado de ingestão de monensina é semelhante ao encontrado no presente trabalho (138 mg/animal/dia), mas não desencadeou melhor resposta em ganho de peso, talvez devido à baixa ingestão e qualidade nutricional da pastagem, até mesmo por se tratar de um ano atípico inclusive com presença de geadas durante o período experimental.

Os resultados com a utilização de monensina diferiram dos encontrados por Bertipaglia (2008), que verificou maior ganho de peso de novilhas em pasto ingerindo suplemento mineral proteinado com adição de monensina, em

relação às suplementadas apenas com suplemento mineral proteinado. Dognani et al. (2011) também encontraram resultados diferentes, com maior ganho de peso de animais que consumiram suplemento mineral com monensina, comparados a animais que consumiram apenas suplemento mineral, na época das águas. Ambos autores utilizaram taxa de lotação mais baixas, respectivamente, 2,5UA/ha e 1,45UA/ha. A taxa de lotação relativamente alta (4,44UA/ha) utilizada nesse experimento pode ter diminuído a seletividade dos animais para a pastagem, diminuindo ainda mais o valor nutritivo da forragem ingerida, o que pode colaborar para a ausência de efeito dos aditivos.

Moore e Kunkle (1998), ao depararem com diversos estudos em que os resultados de suplementação em pasto eram diferentes do esperado, verificaram que as razões para os efeitos inesperados de suplementos sobre o desempenho dos animais estão relacionadas ao consumo de forragem e NDT, que podem estar aumentados ou diminuídos. Os efeitos sobre o consumo e NDT dependem da qualidade e composição da forragem, bem como a composição e a quantidade do suplemento. Um fator importante que afeta a resposta à suplementação é a razão de NDT e PB na forragem, que, quando é alta, o consumo voluntário diminui. Este efeito pode ter ocorrido, influenciando nos resultados esperados do uso de aditivos.

Benetel (2014) utilizou 64 animais nelore de 9 meses e 245kg em média, em pastos de *Brachiaria decumbens* com lotação de 2,35UA/ha, recebendo suplemento proteinado, divididos em 4 tratamentos, sendo um controle e 3 níveis de inclusão de monensina (400, 800 e 1200mg de monensina sódica por kg de suplemento). Ela verificou queda linear no consumo com o aumento da dose de monensina (277, 155, 84, 85g/dia para controle, 400, 800 e 1200mg/kg, respectivamente) e isso afetou o ganho de peso animal que foi maior no tratamento controle (0,107kg/animal/dia), intermediário no tratamento com 400mg/kg de monensina (0,084kg/animal/dia) e inferior nos tratamentos com 800 e 1200mg/kg de monensina (0,045 e 0,032kg/animal/dia, respectivamente).

No presente trabalho, apesar do tratamento com monensina, comparado aos demais, diminuir o consumo sem diminuir estatisticamente o GPD, o GPD desse tratamento foi numericamente inferior, o que fez com que a eficiência de

ganho, em relação ao consumo de suplemento, não fosse maior. Isso pode ter ocorrido devido ao menor consumo de proteína dos animais desse tratamento, consequência da diminuição do consumo de suplemento. Moreira et al. (2004) encontraram resultado de maior ganho médio diário de novilhas Nelore em pasto, consumindo maior nível de suplementação com sal mineral proteinado (400 g/animal/dia) quando comparado ao sal mineral ou ao sal mineral proteinado com ingestão de 290 g/animal/dia.

Ao observar a necessidade diária de proteína bruta para gado de corte em crescimento, com cerca de 250kg e ganho de peso diário de 0,270kg/dia encontramos o valor de 0,495kg de PB/dia (BRASIL, 2000). Estimando um consumo de MS de forragem de 1,5% do peso vivo, com 4,16% de proteína bruta (conforme análise bromatológica), pode-se estimar consumo de 0,156kg de proteína da forragem e um déficit de 0,339kg de PB que precisa ser suprido com suplementação. Os consumos médios de proteína dos tratamentos controle, orgânico e óleo (0,299, 0,320, e 0,283 kg de PB/animal/dia, respectivamente) estão próximos dos necessários, enquanto o do tratamento monensina (0,183kg de PB/animal/dia) é bastante inferior. As curvas de consumo de proteína e ganho de peso, apresentada na Figuras 9 mostram forte relação entre elas. Essa diferença no consumo de proteína pode ter prejudicado o efeito da monensina.

A presença de óleo essencial no suplemento, na dosagem utilizada, não alterou o consumo. Na meta-análise feita por Khiaosa-ard & Zebeli (2013), quando avaliado o consumo de matéria seca de bovinos de leite consumindo óleos essenciais, também não foi constatada diferença. Diferença na produção de leite também não foi observada pelos autores, o que resultou em mesma eficiência alimentar, comparando aos tratamentos controle.

Os óleos essenciais são capazes de manipular a fermentação ruminal, seus efeitos provavelmente são devidos à pressão seletiva exercidas sobre diferentes populações microbianas, resultando em diferentes números de bactérias e, posteriormente, diferente atividade (HART et al., 2008). Porém, estes efeitos variam de acordo com a composição química dos óleos essenciais utilizados.

Fernandes et al. (2008) constataram aumento no ganho de peso médio diário em bovinos de corte mantidos em pastagem de gramínea com

suplementação protéico-energética, durante o período de chuva, com o uso do aditivo orgânico contendo ácidos graxos essenciais, quando comparado ao controle.

Brustolin et al. (2005), avaliaram o desempenho de bezerros Holandeses em pasto consumindo concentrado (1% do peso vivo), na época fria, e não observaram diferença com a adição de promotor de crescimento a base de óleos essenciais (250 e 500g por tonelada de concentrado).

Baixo pH pode melhorar o efeito de alguns dos componentes ativos de óleos essenciais, pois, com diminuição no pH, ácidos tendem a se tornar não-dissociados e mais hidrofóbicos, e interagir mais facilmente com as membranas celulares, exercendo o seu efeito antimicrobiano (CALSAMIGLIA, 2007). Por esse motivo, o efeito do uso de óleos essenciais deve ser mais evidente em dietas com mais concentrado.

Suplementação de óleos essenciais de curto prazo pode ser suficiente para modificar as características de fermentação ruminal, mas é necessário mais tempo para afetar a eficiência de produção (KHIAOSA-ARD & ZEBELI, 2013); portanto, trabalhos com períodos mais longos de suplementação podem apresentar resultados mais expressivos.

Khiaosa-ard & Zebeli (2013) ressaltaram a importância de trabalhos como este, com suplementação com óleos essenciais para bovinos de corte, pois não encontraram dados suficientes para realização de meta-análise.

Em revisão de trabalhos *in vitro*, Calsamiglia et al. (2007) encontraram os efeitos desejados de compostos ativos e óleos essenciais com doses entre 50 e 500 mg/L de líquido ruminal, concentrações muito superiores às que o tratamento desse trabalho poderia fornecer. McIntosh et al. (2003) encontraram efeito da adição de óleos essenciais nas bactérias ruminais, apenas com concentração muito alta, superior ao que pode ser praticado *in vivo*.

Araujo (2010) abordou os fatores limitantes na utilização de óleos essenciais como a degradação ruminal, adaptação microbiana, volatilização e absorção ruminal. Ele atribuiu os resultados negativos encontrados em trabalhos *in vivo* com a utilização de óleos essenciais ao desconhecimento das melhores doses, da forma adequada de fornecimento e das interações com a dieta e com o ambiente ruminal.

Para as concentrações de minerais no soro sanguíneo, pode-se observar resultado satisfatório na utilização de minerais orgânicos, pois, com a suplementação em quantidades inferiores, não houve prejuízo na concentração sanguínea desses minerais, quando comparada com os outros tratamentos.

Os teores de zinco obtidos estão dentro da concentração normal no sangue de bovinos, como pode ser observado na Tabela 8. Os de manganês estão acima da normalidade, o que pode acontecer com dietas ricas em manganês, sem efeito negativo (MINSON, 1990). Apesar da suplementação, para o cobre no sangue, os teores foram inferiores aos normais no sangue bovino, provavelmente pela baixa concentração (3 ppm) do mineral na forragem, visto que o normal está entre 6 e 16 ppm (MINSON, 1990).

8. CONCLUSÕES

Todos os suplementos proporcionaram ganho de peso na época da seca, sendo este um grande benefício para redução de tempo no ciclo produtivo.

A adição de minerais orgânicos, monensina ou óleos essenciais ao suplemento mineral proteinado não proporcionou melhor desempenho de bezerras Nelore em pastejo na época de seca.

Os óleos essenciais não tiveram efeito sobre o consumo do suplemento, no entanto, a adição de monensina no suplemento mineral proteinado reduziu o consumo do mesmo pelos animais.

A suplementação de Zn, Cu e Mn na forma orgânica, em quantidades inferiores, proporcionou a mesma concentração do mineral no sangue, sugerindo melhor absorção do mineral nessa forma.

A baixa qualidade nutricional da forragem na época da seca pode ter anulado o efeito dos aditivos.

9. REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. C. Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro*. 2010. 178 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DO MATO GROSSO DO SUL (ACRISSUL). 2013. Disponível em: <<http://acrissul.com.br/noticias>> Acesso em: setembro de 2014.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. Official publication. Atlanta, GA: AAFCO, 2001.

AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16 ed., AOAC International, Washington, USA, 1995. 1141p.

BARBOSA F. A.; SOUZA G. M. Efeito dos Microminerais na Reprodução de Bovinos. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_efeito_microminerais.htm>. Acesso em: maio de 2014.

BELEOSOFF, B. S. Efeito da estrutura do pasto e de diferentes suplementos sobre o consumo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu diferida por bezerros Nelore. 2009. 80 f.. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

BENCHAAAR, C.; DUYNISVELD, J. L.; CHARMLEY, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. Canadian Journal of Animal Science, v.86, n.1, p.91-96, 2006.

BENETEL, G. Efeitos da inclusão de monensina sódica em suplementos proteicos sobre o desempenho, fermentação ruminal, degradabilidade do feno de *Brachiaria decumbens* e produção de metano em bovinos. 2014. 103f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science, v. 58, p. 1465-1483, 1984.

BERTIPAGLIA, L. M. A. Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagem de capim-Marandi. 2008. 137 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 13/2004. Disponível em: <agricultura.gov.br> Acesso em: abril de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 15/2009. Disponível em: <agricultura.gov.br> Acesso em: abril de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas e padrões de nutrição e alimentação animal; revisão 2000. Brasília: MS/SARC/DFPA, 2000. 152p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano mais pecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2014. 32p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRUSTOLIN, K. D.; QUADROS F. L. F.; VIÉGAS J.; GABBI A. M.; CARLOTTO, S. B.; CARDOSO, A. R.; FONTOURA, P. G.; PIUCO, M.A. Recria de bezerros em pastagem de aveia e azevém utilizando suplementação energética com níveis de promotor de crescimento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.2, p.428-434, 2005.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DIBIASI, N. F.; THOLON, P.; BARROZO, D.; FRIES, L. A.; QUEIROZ, S. A. Estimativas de correlações genéticas entre características de carcaça medidas por ultrassonografia e por escores visuais em touros brangus. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, SP, v.26, n.1, p.032-037, 2010.

DOGNANI, J. A.; ZANETTI, M. A.; FURLAN, M. L. N.; GUTTI, V.; BENETEL, G. Suplementação de monensina sódica para bovinos de corte em pastagem de braquiária no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011. Belém. *Anais Belém*.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 12, p. 4583-4592, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FAO. FAOSTAT Emissions Database. 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: Abril de 2014.

FERNANDES, L. B.; FRANZOLIN, R.; FRANCO, A. V. M.; CARVALHO, G. Aditivos orgânicos no suplemento concentrado de bovinos de corte mantidos em pastagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.2, p. 231-238, 2008.

FRANCO, F. M. J. Consumo de monensina sódica via suplemento mineral por bovinos de corte em pastagens. Piracicaba, 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

GARCIA, R. P. A. Suplementação protéica e mineral de novilhas gestantes em pastagem nativa dominada por capim-annoni-2. Porto Alegre, 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

HANEY, M. E.; HOEHM, M. M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and Isolation. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v.7, p.349-352, 1967.

HANSEN, S. L.; SCHLEGEL, P.; LEGLEITER L. R.; LLOYD K. E.; SPEARS J. W. Bioavailability of copper from copper glycinate in steers fed high dietary sulfur and molybdenum. *Journal of Animal Science*, v.86, n.1, p. 173-179, 2007.

HART, K.J.; YÁÑEZ-RUIZ, D.R.; DUVAL, S.M.; McEWAN, N.R.; NEWBOLD, C.J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 147, n. 1/3, p. 8-35, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE: Estatística da produção pecuária. 2014, 74p.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science*, v.91, n. 4, p. 1819-1830, 2013.

KOZLOSKI, G. B. Bioquímica dos ruminantes. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 139 p.

LANGWINSKI, D.; OSPINA, H. terneiros desmamados precocemente alimentados com dois níveis de suplementação e duas formas de sais mineralizados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

MANO, D. S. Desempenho produtivo e econômico da adição de óleos essenciais na suplementação de novilhas em pastagem de *Cynodon ssp.* Maringá, 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

MCDOWELL, L. R. Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. Tradução de Ivan Rosa e Nayro Xavier de Alencar. 3ªed.

Florida: University of Florida, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, 1999. 92p.

MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 194–203, 2001.

MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, n. 8, p. 5011–5014, 2003.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.85, p.1217-1240, 2002.

MILES, P. H.; WILKINSON, N. S.; MCDOWELL, L. R. Analysis of mineral for animal nutrition research. 3^{ed}. Gainesville: University of Florida, 2001, 118p.

MINSON, D.J. Forage in Ruminant Nutrition. San Diego: Academic Press, Inc, 1990.

MOORE, J. E.; KUNKLE, W. E. Balancing protein and energy in forages. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 1998, Gainesville. Proceedings... Gainesville: University of Florida, 1998. p.126.

MORAES, S. S. Elementos minerais quelatados em suplementos para bovinos de corte. Curso sobre suplementação mineral em bovinos. Campo Grande: EMBRAPA, 1998, p.126-135.

MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; ZEOULA, L. M.; WADA, F. Y.; TORII, M. S. Níveis de Suplementação com Sal Mineral Proteinado para Novilhos Nelore Terminados em Pastagem no Período de Baixa Produção Forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1814-1821, 2004.

MOREIRA, F. B.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; ZEOULA, L. M.; WADA, F. Y.; TORII, M. S. níveis de suplementação com sal mineral proteinado para novilhos nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1814-1821, 2004.

OJEU. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of the European Union*, L268, p. 29-43, 2003. Disponível em: <<http://irmm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/EC-1831-2003.pdf>>. Acesso em: abril de 2014.

PACKER, E. L.; CLAYTON, E. H.; CUSACK, P. M. V. Rumen fermentation and liveweight gain in beef cattle treated with monensin and grazing lush forage. *Australian Veterinary Journal* v. 89, n. 9, p. 338–345, 2011.

RAMALHO, T. R. A. Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais. Piracicaba, 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

RODRIGUES, P. H. M. Effects of monensin level and roughage/concentrate ratio on ruminal fermentation in bovines. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v.13, p.195-198, 2004.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

RUSSELL, J. B.; WALLACE, R. J. Energy-yielding and energy consuming reactions. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. 2ªed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 267-268.

S.THIAGO, L. R. L.; SILVA, J. M. Suplementação de bovinos em pastejo. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 28p.

SANTURIO, D. F.; COSTA, M. M; MABONI, G.; CAVALHEIRO, C. P.; SÁ, M. F.; DAL POZZO, M.; ALVES, S. H.; FRIES, L. L. M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos frente a amostras de *Escherichia coli* isoladas de aves e bovinos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.6, p.1051-1056, 2011.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. *Journal of Animal Science*, v. 58, p. 1518-1527, 1984.

SHURSON, G. C.; SALZERB, T. M.; KOEHLERC, D. D.; WHITNEYD, M. H. Effect of metal specific amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. *Animal Feed Science and Technology*, 163, p. 200-206, 2011.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.371-389, 2009.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (SINDIRAÇÕES). Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br>> Acesso em: abril de 2014.

SPEARS, J.W.; KEGLEY, E.B. Effect of zinc source (zinc oxide vs. Zinc proteinate) and level of performance, carcass characteristics and immune response of growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2747-2752, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 4ªed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of Environmental Quality*, v. 32, p. 1591-1602, 2003.

TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.291-309, 2011..

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). USDA Foreign Agricultural Service. Disponível em <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em abril de 2014.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

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

VELLUTI, A.; SANCHIS, V.; RAMOS, A. J. Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, orégano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B₁ production by *Furarium proliferatum* in maize grain. *Food Microbiology*, v. 89, p. 145-154, 2003.

VILELA, F. G.; ZANETTI, M. A.; SARAN NETTO, A.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; BARLETTA, R. V. Suplementação de dietas para bezerras nelore recém-desmamados com fontes de zinco orgânica e inorgânica. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.12, n.4, p.1008-1015, 2011.

WARKENTIN, M. Efeito da suplementação protéica sobre o desempenho de novilhos de corte em pastagem de forrageira tropical. Porto Alegre, 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

WESTLEY, J. W. Notation and classification. In: WESTLEY, J.W. (Ed.). Polyether antibiotics: naturally occurring acid ionophores. *Biology*. New York: Marcel Dekker, v.1, p.1-20, 1982.

ZANETTI, M. A. Avanços na Nutrição Mineral e Impacto no Produto Final. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, IV. Pirassununga, 2014. Anais... Pirassununga, SP: 5D, p. 89-107, 2014.

ZANETTI, M. A.; RESENDE, J. M. L.; SCHALCH, F.; MIOTTO, C. M. Desempenho de novilhos consumindo suplemento mineral proteinado convencional ou com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 935-939, 2000.