



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA**

**JENIFER MAIRA LIMA RAMOS**

**EFEITO DOS PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA  
CARÇA E CARNE E ECONOMIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE  
BOVINOS EM PASTEJO**

**BELÉM - PA**  
**2017**

JENIFER MAIRA LIMA RAMOS

EFEITO DOS PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA  
CARCAÇA E CARNE E ECONOMIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE  
BOVINOS EM PASTEJO

Dissertação apresentada á Universidade Federal Rural  
da Amazônia como parte das exigências do Programa  
de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na  
Amazônia: Área de concentração Produção Animal na  
Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Daiany Iris Gomes

Co-orientadores: Prof. Dr<sup>a</sup>. Kaliandra Alves e

Prof. Msc. João Paulo Loureiro.

BELÉM - PA  
2017

**JENIFER MAIRA LIMA RAMOS**

**EFEITO DOS PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA  
CARÇA E CARNE E ECONOMIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE  
BOVINOS EM PASTEJO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós- graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia:  
área de concentração: Produção animal, para obtenção do título de mestre.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Daiany Iris Gomes

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dra. Daiany Iris Gomes- Orientadora**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**

---

**Dr. Rafael Mezzomo- 1º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**

---

**Dr. Aníbal Coutinho Rego -2º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**

---

**Dr. Luana Marta de Almeida Rufino - 3º. Examinador**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição morfológica da forragem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú, e valores médios de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade, durante o período experimental.	40
<b>Tabela 2.</b> Dieta experimental e composição dos nutrientes analisados, com base da MS seca.	40
<b>Tabela 3.</b> Características da carcaça e cortes de bovinos nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.	41
<b>Tabela 4.</b> Composição centesimal (% da matéria natural) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.	41
<b>Tabela 5.</b> Características qualitativas da carne de bovinos Nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.	42
<b>Tabela 6.</b> Dieta experimental e composição dos nutrientes analisados, com base da MS seca.	54
<b>Tabela 7.</b> Coeficientes técnicos utilizados na composição dos custos de produção das estratégias de suplementação (R\$).	54
<b>Tabela 8.</b> Indicadores econômicos utilizados para análises dos planos nutricionais para bovinos criados sob pastejo.	55
<b>Tabela 9.</b> Indicadores de desempenho de bovinos criados sob pastejo submetidos a diferentes planos nutricionais.	55
<b>Tabela 10.</b> Componentes do custo operacional efetivo (COE) utilizados na composição dos custos totais de produção dos planos nutricionais, em percentual do COE (% COE) ao ano.	56
<b>Tabela 11.</b> Simulação de renda bruta (RB), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total (CT), margem bruta (MB), margem líquida (ML), lucro, total por ano.	56
<b>Tabela 12.</b> Comparação dos indicadores de viabilidade econômica dos planos nutricionais para bovinos criados sob pastejo.	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

AOL	Área de olho de lombo
CNF	Carboidrato Não Fibroso
COE	Custo operacional Efetivo
COT	Custo operacional Total
CT	Custo Total
EE	Extrato etéreo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNi	Fibra em detergente neutro insolúvel
IBC	Índice Benefício custo
IFM	Índice de fragmentação miofibrilar
MB	Margem Bruta
ML	Margem Líquida
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
PE	Ponto de equilíbrio
PPR	Perda por resfriamento
PT	Perdas Totais
PV	Peso Vivo
RB	Renda Bruta
RCF	Rendimento da carcaça fria
RCQ	Rendimento da carcaça quente
SCC	Suplementação concentrada no período chuvoso
SCS	Suplementação concentrada no período seco
SMC	Suplementação mineral no período chuvoso
SMS	Suplementação mineral no período seco
TIR	Taxa interna de retorno
UA	Unidade Animal
VPL	Valor presente líquido

## RESUMO

A pecuária de corte tem importante papel na economia brasileira, sendo o Brasil o detentor do maior rebanho comercial do mundo, e maior exportador. Apesar desse cenário, tem-se a necessidade de ajustes que favoreçam o aumento da produtividade para redução de idade ao abate e aumento da taxa de desfrute, para se manter competitivo na produção de bovino de corte a nível mundial, sendo a qualidade da carne de bovinos criados a pasto uma meta a ser alcançada. Dessa forma, torna-se necessário a utilização de tecnologias que possibilitem o avanço dos índices de produtividade, que geralmente aumentam os custos de produção, principalmente aqueles relacionados com a alimentação, nesse sentido, aspectos técnicos e estratégicos da suplementação devem ser definidos, para que a estratégia de suplementação alimentar adotada, além do desempenho animal, torna-se necessário que ela seja economicamente viável, ou seja, o ganho em peso do animal tem que pagar o desembolso financeiro com a suplementação e os outros custos de produção. Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito dos planos nutricionais sobre as características da carcaça, carne e economia do sistema de terminação de bovinos sob pastejo. Foram utilizados 28 bovinos Nelore, inteiros, com idade média de 18 meses. A concepção experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x2), sendo os fatores: (i) duas estratégias de suplementação durante o período seco e (ii) duas estratégias de suplementação durante o período chuvoso (mineral e concentrada), totalizando quatro tratamentos: (i) SMs + SMc = Suplementação mineral em ambos os períodos; (ii) SMs + SCc = Suplementação mineral no período seco + suplementação concentrada no período chuvoso; (iii) SCs + SMc = Suplementação concentrada no período seco + suplementação mineral no período chuvoso; (iv) SCs + SCc = Suplementação concentrada em ambos os períodos. Os suplementos, exceto o mineral (0,10 kg/animal) foram fornecidos a 0,8% do PV dos animais. Após o abate, foram realizadas as pesagens da carcaça e mensurado o pH (antes e após refrigeração) e avaliadas as características quantitativas e de qualidade de carne. As características de perdas por descongelamento e totais, comprimento de sarcomêro, coloração apresentaram efeito de interação entre planos nutricionais e períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ ). Foi verificado tendência de interação ( $P < 0,10$ ) para as variáveis pH final, teor de proteína e perda por cocção. As estratégias suplementares realizadas no período seco influenciaram ( $P < 0,05$ ) o rendimento de carcaça quente e fria e, durante o período chuvoso a espessura de gordura ( $P < 0,05$ ), peso da ponta de agulha e teor de umidade. Os cortes dianteiro e traseiro apresentaram efeito dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ ), sendo superiores quando alimentados com suplemento concentrado. A suplementação concentrada durante o período chuvoso proporciona carcaças com melhor acabamento independente do tipo de suplementação realizado no período seco anterior. As características de carcaça são alteradas pelos planos nutricionais realizados durante o período seco, chuvoso ou ambos. Porém, as estratégias de suplementação realizadas durante o período seco não causam efeito sobre as características de carcaça no período seguinte de avaliação (período chuvoso). A suplementação com mineral no período seco seguido de suplementação com concentrado no período chuvoso promove carcaça com pH final menor, maior teor de proteína, perdas totais, comprimento de sarcomêro e coloração da carne. Para avaliação de viabilidade econômica foi simulado um sistema de produção com 100ha e taxa de lotação de 2,4 UA/ha/ano. Foi realizada coleta de dados com o levantamento de custos fixos e variáveis que foram retirados da ANUALPEC 2015 e Scott Consultoria, para realização de cálculos de indicadores como: Renda Bruta (RB), Margem Bruta (MB) e Líquida (ML), Lucro Total, Valor

Presente Líquido (VPL), o Índice Benefício-Custo (IBC), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback e o Ponto de Equilíbrio (PE) e margem de contribuição unitária, para saber a rentabilidade dos planos e os respectivos ganhos ao produtor rural que os adote. Os indicadores financeiros demonstraram viabilidade econômica de todos os planos nutricionais para os bovinos criados a pasto, no qual o plano SMs + SCc apresenta resultados superiores aos demais, indicando ser mais adequado para utilização, por ser mais competitivo em termos de lucratividade do negócio, possibilitando melhor retorno econômico sobre o investimento.

**Palavras-chaves:** Dieta, Machos Inteiros, Produtividade, Ruminante.

## ABSTRACT

The cutting livestock has important role in the Brazilian economy, Brazil is the keeper of the largest commercial herd in the world, and the largest exporter. In spite of this scenario, there is a need for adjustments to increase productivity for the reduction of age to slaughter and increase the rate of enjoy, to stay competitive in the production of beef cattle worldwide, the quality of beef and veal created to pasture a Target to be reached. In this way, it is necessary to use technologies that enable the advancement of productivity indices, which generally increase production costs, especially those related to food, in this sense, technical and strategic aspects of the Supplementation should be defined so that the food supplementation strategy adopted, in addition to animal performance, becomes necessary for it to be economically viable, i.e. the weight gain of the animal has to pay the financial disbursement with supplementation and other Production costs. In this context, it was aimed at the present study assessing the effect of the nutritional plans on the characteristics of the carcass, meat and economy of the system of termination of cattle under grazing. 28 Nelore Bovine animals were used in the Middle Ages of 18 months. The experimental conception was entirely random, in factorial scheme (2x2), and the factors: (i) Two supplementation strategies during the dry period and (ii) Two supplementation strategies during the rainy period (mineral and concentrated), totaling four Treatments: (i) SMs + SMc = mineral supplementation in both periods; (ii) SMs + SCc = Mineral supplementation in the dry period + concentrated supplementation in the rainy season; (iii) SCs + SMc = concentrated supplementation in the dry period + mineral supplementation in the rainy season; (iv) SCs + SCc = concentrated supplementation in both periods. Supplements, except the mineral (0.10 kg/animal) were supplied to 0.8% of the PV of the animals. After slaughter, the carcass weights were carried out and measured the PH (before and after refrigeration) and assessed the quantitative and quality characteristics of meat. The characteristics of defrosting and total losses, length of Sarcomêro, coloration have effected interaction between nutritional plans and dry and rainy periods ( $P < 0.05$ ). It was verified interaction trend ( $P < 0.10$ ) for the PH final variables, protein content and loss by cooking. The supplementary strategies carried out in the dry period influenced ( $p < 0.05$ ) the hot and cold carcass yield and, during the rainy period the fat thickness ( $p < 0.05$ ), the weight of the needle tip and moisture content. The front and rear cuts have effected the nutritional plans in the dry and rainy periods ( $P < 0.05$ ), being higher when fed with concentrated supplement. The concentrated supplementation during the rainy season provides carcasses with better finishing independent of the type of supplementation carried out in the previous dry period. The housing characteristics are altered by the nutritional plans performed during the dry, rainy period or both. However, the supplementation strategies carried out during the dry period do not affect the carcass characteristics in the following period of evaluation (rainy period). Mineral supplementation in the dry period followed by supplementation with concentrated in the rainy season promotes housing with lower PH, higher protein content, total losses, sarcomêro length and meat coloring. For economic viability assessment was simulated a production system with 100ha and stocking rate of 2.4 au/ha/year. Data collected with the lifting of fixed costs and variables that were withdrawn from ANUALPEC 2015 and Scott Consulting, to carry out indicators calculations such as: gross income (RB), gross margin (MB) and liquid (ML), Total profit, net present value (NPV), Benefit-Cost Index (IBC), the internal return rate (TIR), the payback and the Equilibrium Point (PE) and the unitary contribution margin, to know the profitability of the plans and their earnings to the rural producer who adopt them. The financial indicators demonstrated economic

viability of all nutritional plans for cattle created to pasture, in which the SMs + SCC plan presents results higher than others, indicating it is more suitable for use, for being more competitive in terms of Profitability of the business, enabling better economic return on investment.

**Key-words:** diet, whole males, productivity, ruminant

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>1.CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.ARTIGO 1. ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS NELORE EM PASTEJO .....</b>	<b>23</b>
<b>OBS: OS ITENS DO CAPÍTULO SEGUEM AS NORMAS DO PERIÓDICO ANIMAL PRODUCTION SCIENCE.</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Introdução .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Material e Métodos.....</b>	<b>26</b>
2.2.1. Animais, tratamentos experimentais e dietas .....	26
2.2.2. Abate, mensuração de pH, características de carçaça .....	26
2.2.3. Processamento de amostra do músculo <i>longissimus</i> e avaliação de qualidade da carne.....	26
2.2.4. Análise Estatística .....	26
<b>2.3 Resultados .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4 Discussão .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5 Conclusão .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>3.ARTIGO 2. ANÁLISE BIOECONÔMICA DE QUATRO PLANOS NUTRICIONAIS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO .....</b>	<b>37</b>
<b>OBS: OS ITENS DO CAPÍTULO SEGUEM AS NORMAS TROPICAL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION.</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>37</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Introdução .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Material e Métodos.....</b>	<b>46</b>
3.2.1. Animais, tratamentos experimentais e dietas .....	46
3.2.2. Coleta de dados.....	47
3.2.3.Análise de dados.....	47
<b>3.3 Resultados e Discussão .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4 Conclusão .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>58</b>

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil atravessa uma crise econômica que foi agravada por uma crise política, em contrapartida a essa crise que afeta a maioria dos setores da economia brasileira, o agronegócio encontra-se em franco crescimento, tendo alcançado no ano de 2015 R\$ 1,26 trilhão, representando 21% do PIB brasileiro. Já o PIB da pecuária chegou a R\$ 400,7 bilhões, equivalente a 30% do PIB do agronegócio brasileiro. Nesse período, o sistema agroindustrial de carne bovina movimentou R\$ 485 bilhões, o que representa um crescimento de 44,7% em relação ao ano de 2010, além dessa contribuição significativa na economia brasileira, o Brasil encontra-se em posição de destaque com o maior rebanho comercial do mundo com aproximadamente 210 milhões de cabeças distribuídas em 167 milhões de ha de pastagens (ABIEC, 2016), também considerado o maior exportador mundial, comercializando apenas no primeiro semestre de 2017 cerca de 630 mil (toneladas) para mais de 20 países (USDA-FAS/SECEX-MDIC).

Embora o Brasil seja considerado o maior exportador de carne bovina no mundo, os índices zootécnicos como idade ao abate e taxa de desfrute que representa a produção (em arrobas ou cabeças) em um determinado espaço de tempo em relação ao rebanho inicial, são inferiores aos de países como Estados Unidos e Austrália (FAOSTAT, 2016). Este cenário destaca a importância e a responsabilidade do setor de bovinocultura de corte brasileiro na economia mundial, tendo um grande potencial para a produção de carne bovina para o mundo, no entanto, com a necessidade de ajustes que favoreçam o aumento da produtividade, aja vista que possui capacidade real de expansão produtiva por meio do melhor aproveitamento das áreas já utilizadas, contribuindo para a redução da pressão por abertura de novas áreas (Balbino et al. 2011).

Dessa forma, uma das alternativas para alcance de maior produtividade seria a redução dos ciclos produtivos na pecuária de corte, tendo em vista que o abate de animais com mais de 30 meses gera prejuízos ao produtor, pois a liberação da pastagem para as categorias jovens acontece de forma lenta, favorecendo a degradação das pastagens por superlotação, enquanto o abate aos 18 meses proporciona a saída dos animais mais cedo e liberação para as novas categorias, favorecendo a propriedade a sustentar um maior número de animais por ano, trazendo mais lucratividade ao produtor com a comercialização dos animais (Figueiredo et al. 2007).

Diante do exposto, fica evidente que o produtor deve utilizar de alternativas que visam reduzir a idade de abate dos animais, devendo considerar alternativas tecnológicas mais intensivas, como a correção do solo, adubação na formação das pastagens, uso de forrageiras mais produtivas, manejo reprodutivo e sanitário eficiente. Tais alternativas, podem promover resultados como redução importante nas emissões de gases do efeito estufa, menor degradação associada à produção, além de carne de maior qualidade sendo ofertada ao consumidor (Sparovek et al. 2011).

No entanto, as pastagens brasileiras estão sob condições tropicais com ampla variação climática sazonal, o qual promove oscilações no suprimento de nutrientes aos animais, mesmo com a realização do manejo correto das pastagens, fazendo com que a produção fique aquém do esperado (Roth et al. 2013), principalmente durante o período seco, período no qual as plantas forrageiras interrompem o crescimento via rebrota devido a escassez hídrica, ocasionando uma extensa variabilidade de composição, fenologia, maturação e palatabilidade relativa de partes das plantas (Santana Jr et al. 2013), o que causa queda na quantidade, qualidade da forragem e aumento nos constituintes fibrosos (Detmann et al. 2014a), que refletem negativamente na digestibilidade da matéria seca (MS), pois o teor de proteína bruta (PB) encontrado nas gramíneas é inferior ou próximo ao do limite crítico para atividade fibrolítica no rúmen, que é de 7-8% PB com base na matéria seca (Lazzarini et al. 2009), nessas condições o crescimento microbiano de bactérias fibrolíticas é comprometido devido à alta relação carbono:nitrogênio nas plantas, havendo deficiência absoluta de compostos nitrogenados para a síntese de enzimas microbianas, as quais são responsáveis pela degradação da fração fibrosa da forragem, o que irá acarretar reduções na eficiência de utilização e da extração energética a partir dos carboidratos fibrosos, diminuição na degradação ruminal da fibra e do consumo voluntário. Portanto, estabelece-se a necessidade em suplementar e/ou complementar a alimentação dos animais neste período para promover produtividade, pois, o ajuste entre a oferta de forragem e disponibilidade de nutrientes, pode aumentar a síntese de proteína microbiana, aumentando a produtividade, afetando diretamente a relação com ganho de peso por animal e por área (Detmann et al. 2014a).

Os animais podem sofrer um período de perda de peso durante os meses de pouca pluviosidade (período seco), compensando mais tarde a perda de peso no período chuvoso, quando as pastagens se tornam mais abundantes e de maior qualidade. Nestes sistemas, os

animais costumam ter um acesso mínimo aos alimentos concentrados. Ao contrário disso, um sistema de crescimento contínuo é caracterizado por taxas de crescimento constantes e mais rápidas e pelo uso de alimentos concentrados ao longo da vida do animal (Almeida et al. 2017).

No período chuvoso, devido à precipitação regular as forrageiras apresentam maiores taxas de crescimento, sendo assim, a escolha pela suplementação apenas no período chuvoso pode ser caracterizada por um sistema de produção de crescimento descontínuo que pode permitir o crescimento compensatório dos animais quando a pastagem é abundante e a terminação é feita com auxílio de concentrados. No entanto, os efeitos positivos do crescimento compensatório podem ser limitados por alguns fatores, tais como: a gravidade e duração da restrição alimentar, a idade em que ocorreu a restrição nutricional, a duração da resposta compensatória e o plano nutricional sobre o qual os animais são re-alimentados (Costa et al. 2015).

Diante do exposto verifica-se que dependendo de fatores como a taxa de lotação, ganhos por área e por animal desejados, a suplementação faz-se necessária ao longo das estações do ano, sendo que a decisão em suplementar apenas durante período seco, chuvoso ou ambos, pode influenciar as fases subsequentes devido ao nível nutricional durante uma parte da curva de crescimento (McCurdy et al. 2010).

Nesse contexto, pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de potencializar o desempenho animal através do uso da suplementação como forma de otimizar a utilização do pasto. Essas pesquisas são tipicamente avaliadas de acordo com duas estações climáticas diferentes observadas nos trópicos: estações seca e chuvosa (Sampaio et al. 2017; Barbero et al. 2017; Roth et al. 2017, Detmann et al. 2014a). Vários são os resultados obtidos, pois o crescimento adequado do animal depende da estratégia nutricional fornecida em uma determinada fase e esta deve ser a mesma ou maior nas fases subsequentes, sendo que a resposta biológica depende da interação entre a inclusão de suplementos e a exigência do animal para atender os ganhos, pois, diferenças em quantidades e qualidades de forragem e suplementos podem afetar a resposta do desempenho do gado de pastagem à suplementação (Pouzo et al. 2015). Mas, em geral os resultados demonstram que a utilização da suplementação a pasto com concentrado é interessante para se almejar maiores ganhos de

peso de bovinos no período seco e ganhos adicionais no período chuvoso (Detmann et al. 2014a).

Neste contexto, as informações que englobam a suplementação no período seco, chuvoso ou ambos, atreladas à capacidade de resposta do desempenho produtivo, levando em consideração o abate precoce de animais terminados em pastagem são imprescindíveis, no intuito de esclarecer principalmente sobre quais estratégias alimentares poderiam atribuir peso e grau de acabamento aos vinte quatro meses, tendo em vista que as gramíneas tropicais raramente estão disponíveis como uma dieta equilibrada para os animais, porque apresentam restrições nutricionais que limitam a ingestão de pastagem e sua digestibilidade. Por esta razão, existe uma demanda para identificar as limitações nutricionais das pastagens tropicais, a fim de evitar restrições à produção animal. Após a identificação, as limitações poderão ser reduzidas através de um programa de suplementação apropriado (Detmann et al. 2014b).

Quando se decidiu pela inclusão de suplementação na dieta de bovinos criados a pasto, tem-se como um dos principais objetivos a otimização no uso da forragem, para melhor aproveitamento dos nutrientes, sendo assim, a utilização do suplemento concentrado não pode causar impactos negativos sobre o consumo da forragem, tendo em vista que um alimento pode influenciar a digestibilidade do outro, quando fornecidos de forma combinada ou separada, isso ocorre devido às interações digestivas e metabólicas, que podem ser denominadas como efeitos associativos (Hoffman et al. 2014).

Esses efeitos associativos ocorrem quando há interação entre o fornecimento de suplementos e a utilização da forragem disponível, o qual promove mudanças na digestibilidade e consumo do volumoso da dieta basal, podendo-se observar o efeito substitutivo, aditivo ou combinado. Entende-se por efeito substitutivo, a manutenção do nível de ingestão total de energia digestível, através da ingestão constante de suplemento, mas com decréscimo no consumo de forragem proveniente das pastagens. Assim, a ingestão do suplemento substitui o consumo do pasto. No efeito aditivo, tem-se aumento no consumo total de energia digestível devido ao incremento de concentrado, sem haver decréscimo na ingestão da forragem proveniente da pastagem, que pode aumentar ou se manter, diferentemente no efeito combinado, quando, observa-se ambos os efeitos substitutivo e aditivo, ou seja, há decréscimo no consumo de forragem e ao mesmo tempo elevação no de concentrado, o que resulta em maior consumo total de energia digestível (Moore, 1980). Dessa forma, é

necessária uma melhor compreensão do comportamento animal e das interações ambientais para otimizar o gerenciamento de gado e o ambiente de pastagem a fim de proporcionar uma produção animal eficiente e econômica (Manning et al.. 2017).

Nesse contexto, estratégias de suplementação vêm sendo analisadas com o intuito de dar aporte ao produtor na escolha dos sistemas adotados. A suplementação com concentrado (0,4% PV) para novilhos em terminação tem se mostrado lucrativa ao produtor (Hellbrugge et al. 2008). Porém, faz-se necessários estudos com níveis mais elevados de suplementação, mesmo porque o nível de 0,4% PV parece pouco desafiador quando o objetivo do sistema se baseia em abate de 24 meses.

A composição da remuneração tradicional para pecuária de corte nacional é baseada no peso vivo e/ou no rendimento de carcaça fria dos animais, devido a ocorrência de perda por resfriamento, perda natural de peso por desidratação superficial que ocorre durante o resfriamento das carcaças após o abate, alguns frigoríficos consideram o valor fixo de 2% de perda por resfriamento, podendo acarretar em prejuízo ao produtor. Contudo, o surgimento de parcerias comerciais que formam as marcas certificadas vem abrindo nichos de mercado que promovem a diferenciação da matéria prima, demonstrando ainda que incipiente uma tendência de mudança desse cenário, sendo a receita da atividade não estará mais vinculada somente aos aspectos quantitativos, mas também à qualidade, em especial ao melhor acabamento de carcaça e gordura homogênea, podendo haver bonificações/premiações aos pecuaristas que atingirem essa produção (Pascoal et al 2011). Nos últimos anos, o mercado de carne de marca está começando a crescer. Programas como Angus Beef, Nelore Natural, Hereford beef, Bonsmara beef e várias outras marcas tentam comercializar cortes especiais, no Brasil e em outros países, agregando valor aos produtos (Ferraz & Felício 2010).

O Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo (USDA-FAS), a melhor qualidade de carne é a chave para manter e aumentar a participação no mercado global tendo o Brasil que se adequar aos padrões internacionais de qualidade da carne, no qual, a quantidade de gordura ou marmoreamento intramuscular depositado no músculo de Longissimus é o principal determinante do valor da carcaça e preditor de palatabilidade, além disso, a carne de bovinos produzida no Brasil devido ser em sua maioria em pastagem tem maior teor de ácido linoleico conjugado que foi considerado um anticancerígeno e

concentração de ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, o que significa uma carne mais saudável (Ferraz & Felicio 2010).

Definir a qualidade da carne torna-se complexo, pois, inclui o interesse e aceitabilidade do consumidor, como cor, maciez, suculência, que podem ser definidas por um conjunto de avaliação dos parâmetros, como quantidade de gordura intramuscular e subcutânea, o pH, a capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento (Diniz et al 2016).

As alterações nas fontes de nutrientes podem causar mudanças significativas sobre as taxas de crescimento dos animais, que, por conseguinte, podem alterar a composição do ganho, devido o organismo ter prioridade de deposição dos tecidos, além disso o aporte de nutrientes em determinada fase do crescimento pode afetar a composição de gordura, pois está segue uma ordem de prioridades: (i) gordura interna (ii) intermuscular (iii) subcutânea (iv) intramuscular (Webb & O'neill 2008). Dessa forma, a composição da carcaça pode ser afetada, pelo nível de ingestão de nutrientes digestíveis, pois com o aumento do nível de energia advindo do concentrado na dieta a conversão alimentar é melhorada, apresentando maiores taxas de crescimento, o qual proporciona carcaças bem acabadas, com gordura de cobertura entre 3 e 7mm, distribuída uniformemente na carcaça, representando uma melhoria em sua qualidade (Pouzo et al 2015).

Uma das causas mais comuns que afetam a aceitabilidade na qualidade da carne é a sua maciez. A maciez é associada a uma variedade de fatores, pode-se destacar o comprimento do sarcômero e a quantidade de tecido conjuntivo intramuscular (Kemp et al 2010). O grau de acabamento da carcaça é importante para evitar o encurtamento das fibras musculares durante o processo de resfriamento intenso nos frigoríficos, servindo de isolante térmico, pois com o abaixamento rápido da temperatura do musculo no início do *rigor mortis*, pode provocar o “cold shortening”, encurtamento do sarcômero pelo frio processo irreversível, o qual pode conferir ao musculo uma contração permanente, que irá afetar diretamente a maciez, pois confere dureza a carne (Honikel, 2014).

A quantidade de colágeno insolúvel (tecido conjuntivo), também pode alterar a maciez da carne, pois maiores quantidades promovem rigidez a carne (Starkey et al. 2015) devido o aumento no número de ligações cruzadas intra e entre as moléculas de tropocolágeno do

colágeno, tais ligações, conferem uma maior estabilidade à molécula, no entanto, aumentam a insolubilidade do colágeno (Listrat et al 2000).

A acidificação muscular determina a qualidade da carne através do pH final e isso também se relaciona com características organolépticas e tecnológicas que são importantes para os consumidores e para a indústria de processamento de carne. No entanto, não só o conteúdo de glicogênio muscular no abate é importante para alcançar um pH final adequado na carne; pode haver outros fatores que influenciam a taxa e a extensão da glicólise, como a composição do tipo de fibra, o potencial glicolítico e as atividades de várias enzimas envolvidas na síntese e na depleção de glicogênio, que também podem desempenhar um papel importante na determinação da qualidade final da carne (Apaoblaza et al 2017).

A coloração é uma característica importante da carne, pois influencia o grau de aceitação do produto, pois os consumidores associam cor vermelha brilhante com carne fresca. Esta por sua vez é definida com base na quantidade e estado químico de seu principal pigmento, a mioglobina, a qual depende do grau de associação com o oxigênio, determinado pelo pH da carne, que quando baixo permite maior grau de associação, favorecendo maior luminosidade e conseqüentemente, carnes mais brilhantes, com pH alto aumenta a atividade da citocromo-oxidase, reduzindo as possibilidades de captação de oxigênio, levando ao predomínio da mioglobina da cor vermelha purpura (Cornforth & Javasingh 2004). A alimentação, também pode afetar a coloração da carne, pois animais alimentados exclusivamente à base de forragem promovem maior potencial metabólico oxidativo, estes possuem menos glicogênio e maiores valores de pH, levando ao escurecimento da carne (Vestergaard, Oksbjerg & Henckel 2000), além disso animais terminados somente em pastagem, sem auxílio de suplementação concentrada atingem o peso de abate mais tardiamente, quanto mais velhos, maior será concentração de mioglobina nos músculos, tornando a carne mais escura, a idade ao abate também afeta a cor da gordura, ficando mais amarelada devido a deposição prolongada de carotenoides oriundos das forragens e do seu tempo de consumo (De Felicio, 1997). A intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) pode variar de acordo com o teor de gordura, que é influenciada diretamente pela taxa de crescimento e acabamento, animais suplementados tendem a ser melhores acabados e com menores intensidades de amarelo ( $b^*$ ) em comparação aos animais não suplementados (Menezes, 2015).

Diante das informações científicas expostas sobre a qualidade de carne e carcaça, atreladas á necessidade do Brasil em se manter competitivo na produção de bovino de corte a nível mundial, sendo a qualidade da carne de bovinos criados a pasto uma meta a ser alcançada, torna-se necessário a utilização de tecnologias que possibilitem o avanço dos índices de produtividade, que geralmente aumentam os custos de produção, principalmente aqueles relacionados com a alimentação animal (ABIEC, 2016). Além de um impacto econômico direto, a produção eficiente de carne de bovino tem um efeito positivo no meio ambiente, otimizando o uso de recursos naturais e suprimentos e reduzindo a produção de resíduos (Zorzi et al 2013).

Dessa forma, aspectos técnicos e estratégicos da suplementação devem ser definidos, para que a estratégia de suplementação alimentar adotada, além de garantir desempenho animal, torna-se necessário que ela seja economicamente viável, ou seja, o ganho em peso do animal tem que pagar o desembolso financeiro com a suplementação e os outros custos de produção (Bicalho et al 2014), portanto, torna-se necessária uma avaliação econômica utilizando os indicadores financeiros de forma conjunta, auxiliando estrategicamente no processo de tomada de decisão pelo investidor, uma vez que a resposta econômica está relacionada com as variações dos itens de custo, especialmente cotações do boi magro, boi gordo e alimentação, que são os itens que mais influenciam na resposta econômica da atividade (Pacheco et al. 2014b). Portanto, é importante a incorporação da viabilidade econômica associada à viabilidade técnica/biológica, pois a avaliação econômica do sistema assume grande importância justamente pelo fato de que, nem sempre a melhor resposta biológica consistirá na melhor resposta econômica, sendo esse processo caracterizado tecnicamente como “análise bio-econômica” (Pacheco, Fabricio e Camera 2016).

Nesse contexto, estudos vêm sendo realizados no intuito de demonstrar a importância da avaliação econômica, que podem auxiliar o produtor na tomada de decisão, permitindo reconhecer os custos, lucros, além de pontos críticos (Pacheco et al. 2014a; Pacheco et al. 2014b; Pacheco et al. 2014c; Pacheco, Fabricio e Camera 2016). Trabalhos de pesquisas avaliando técnica e economicamente as diferentes estratégias alimentares para bovinos de corte a pasto são escassos (Bicalho et al. 2014), e não abordam somente a fase de terminação. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o a qualidade da carcaça e carne e a

eficiência econômica de diferentes estratégias de suplementação alimentar na fase de terminação de bovinos Nelore sob pastejo.

## REFERENCIAS

ABIEC. Perfil da pecuária no Brasil: Relatório anual 2016. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, 2016.

ALMEIDA, A.M., NANNI, P., FERREIRA, A.M., FORTES, C., GROSSMANN, J., BESSA, R.J., COSTA, P. The longissimus thoracis muscle proteome in Alentejana bulls as affected by growth path. **Journal of proteomics**, v. 152, p. 206-215, jan. 2017.

APAOBLAZA, A., STROBEL, P., RAMÍREZ-REVECO, A., JERÉZ-TIMAURE, N., MONTI, G., GALLO, C. Effect of season, supplementation and fasting on glycolytic potential and activity of AMP-activated protein kinase, glycogen phosphorylase and glycogen debranching enzyme in grass-fed steers as determined in Longissimus lumborum muscle. **Livestock Science**, v.202, p.101-108, ago. 2017.

BALBINO, L. C., CORDEIRO, L. A. M., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MORAES, A. D., MARTÍNEZ, G. B., ALVARENGA, R. C., KICHEL NA, FONTANELI, RS, DOS SANTOS, HP, FRANCHINI, JC & GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 0-0, out. 2011.

BARBOSA, F. A., GRAÇA, D. S., GUIMARÃES, P. H., SILVA JUNIOR, F. V. Análise econômica da suplementação protéico-energética de novilhos durante o período de transição entre água-seca. **Arquivo Brasileiro. Medicina. Veterinária e Zootecnia**, v. 60, pp. 911-916, ago. 2008.

BICALHO, F. L., BARBOSA, F. A., GRAÇA, D. S., CABRAL FILHO, S. L. S., LEÃO, J. M., & LOBO, C. F. Desempenho e análise econômica de novilhos Nelore submetidos a diferentes estratégias de suplementação alimentar nas fases de recria e engorda. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, pp.1112-1120, ago. 2014.

CORNFORTH, D. P., & JAYASINGH, P. Chemical and physical characteristics of meat/Color and Pigment. **Encyclopedia of Meat Sciences**, 1. Ed., Oxford, 2004. p. 249-255.

COSTA, P., SIMÕES, J.A., COSTA, A.S.H., LEMOS, J.P.C, NAVAS, D., HOCQUETTE, J.F., CALKINS, C.R., BESSA, R.J.B. Repercussions of growth path on carcass characteristics, meat colour and shear force in Alentejana bulls. **Animal**, v. 9, pp. 1414-1422, ago. 2015.

DE FELÍCIO, P. E.. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **Produção de novilho de corte**, v. 1, p. 79-97, 1997

DETMANN, E., PAULINO, M.F., FILHO, S.C.V., HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, pp. 2829-2854, jun. 2014a.

DETMANN, E., VALENTE, É. E., BATISTA, E. D., HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, pp. 141-153, abr. 2014b.

DINIZ, F.B., VILLELA, S.D., MOURTHÉ, M.H., PAULINO, P.V., BOARI, C.A., RIBEIRO, J.S., BARROSO, J.A., PIRES, A.V., MARTINS, P. G. Evaluation of carcass traits and meat characteristics of Guzerat-crossbred bulls. **Meat science**, v. 112, pp58-62, fev. 2016.

FAOSTAT. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FERRAZ, J. B. S., & DE FELÍCIO, P. E. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v. 84, pp. 238-243, fev. 2010.

HELLBRUGGE, C., BARROS MOREIRA, F., MIZUBUTI, I. Y., DO PRADO, I. N., DOS SANTOS, B. P., PEREIRA PIMENTA, E. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) com ou sem suplementação energética. **Semina: Ciências Agrárias**, 29, 723-729, jul. 2008.

HOFFMANN, A., DE MORAES, E.H.B.K., MOUSQUER, C.J., SIMIONI, T.A., GOMER, F.J., FERREIRA, V.B., DA SILVA, H.M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, pp. 119-130, abr/jun. 2014.

HONIKEL, K.O. Conversion of muscle to meat: Rigor Mortis, cold, and rigor shortening. **Encyclopedia of Meat Sciences**, Oxford, 1. ed., 262-266, 2014.

KEMP, C.M., SENSKY, P.L., BARDSLEY, R.G., BUTTERY, P.J., PARR, T. Tenderness—An enzymatic view. **Meat Science**, v. 84, pp. 248-256, fev. 2010.

LATIMORI, N.J., KLOSTER, A.M., CARDUZA, F.J., GRIGIONI, G., GARCÍA, P.T. Influencia de la dieta sobre indicadores de calidad de carne de novillos con diferente composición de *Bos taurus* y *Bos indicus*. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 32, pp. 175-186, out. 2013.

LAZZARINI, I. DETMANN, E., SAMPAIO, C. B., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. C., SOUZA, M. A., OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, pp. 635-647, jun. 2009.

LISTRAT, A., LETHIAS, C., HOCQUETTE, JF., RENAND, G., MENISSIER, F., GEAY, Y., PICARD, B. Age-related changes and location of types I, III, XII and XIV collagen during development of skeletal muscles from genetically different animals. **The Histochemical Journal**, v. 32, pp. 349-356, mar. 2010.

MANNING, J., CRONIN, G., GONZÁLEZ, L., HALL, E., MERCHANT, A., INGRAM, L. The Behavioural Responses of Beef Cattle (*Bos taurus*) to Declining Pasture Availability and the Use of GNSS Technology to Determine Grazing Preference. **Agriculture**, v. 7, pp. 45, mai. 2017.

MARQUEZAN, L.F.; BRONDANI, G. **Análise de investimento**. Santa Maria, vol. 3, n. 1, 2006.

MCCURDY, M.P., HORN, G.W., WAGNER, J.J., LANCASTER, P.A., KREHBIEL, C.R. Effects of winter growing programs on subsequent feed-lot performance, carcass characteristics, body composition, and energy requirements of beef steers, **Journal of Animal Science**, v. 88, pp. 1564–1576, 2010.

MENEZES, L.F.G. DE, SEGABINAZZI, L.R. , FREITAS, L. DA S.; RESTLE; J., BRONDANI; I.L., CALLEGARO, A. M. ; JONER, G.; ALVES FILHO, D.C. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon , terminados em pastagem tropical , recebendo diferentes níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, pp. 1557-1568, mai./jun. 2014.

MENEZES, B. B. de Produção de carne bovina a pasto e diferentes estratégias de suplementação. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2015.

MOORE, J.E. **Forage crops**. In: HOVELAND, C.S. (Ed.). (1980). Crop quality, storage, and utilization. Madison: Crop Science Society of America.

PACHECO, P. S.; SILVA, R. M. DA; PADUA, J. T.; RESTLE, J.; TAVEIRA, R. Z.; VAZ, F. N.; PASCOAL, L. L.; OLEGARIO, J. L.; MENEZES, F. R. DE. Análise econômica da terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, pp. 999-1012, mar./abr. 2014a.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VALENÇA, K. G.; LEMES, D. B.; MENEZES, F. R. DE; MACHADO, G. K. G. Análise econômica determinística da terminação em confinamento de novilhos abatidos com distintos pesos. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, p. 420-427, out./dez. 2014b.

PACHECO, P. S., VAZ, F. N., RESTLE, J., ÁVILA, M. M. DE, OLEGARIO, J. L., MENEZES, F. R. DE, VALENÇA, K. G., LEMES, D. B., VARGAS, F. V. DE. Deterministic economic analysis of feedlot Red Angus young steers: slaughter weights and bonus. **Ciência Rural**, v. 45, pp. 492-498, 2014c.

PACHECO, P. S., DE AVILA FABRICIO. E., CAMERA, A. Análise Conjunta de Indicadores Financeiros na Viabilidade Econômica do Confinamento de Bovinos no Rio Grande do Sul em Diferentes Épocas do Ano. Agropampa: **Revista de Gestão do Agronegócio**, v. 1, 2016.

PASCOAL, L.L., VAZ, F.N., VAZ, R.Z., RESTLE, J., PACHECO, P.S., SANTOS, J.P.A. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação de carne e produtos bovinos não-carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, pp. 82-92, 2011.

POUZO, L., FANEGO, N., SANTINI, FJ., DESCALZO, A., PAVAN, E. Animal performance, carcass characteristics and beef fatty acid profile of grazing steers supplemented with corn grain and increasing amounts of flaxseed at two animal weights during finishing. **Livestock Science**, v. 178, pp.140-149, 2015.

SAMPAIO, R.L., DE RESENDE, F.D., REIS, R.A., DE OLIVEIRA, I.M., CUSTÓDIO, L., FERNANDES, R.M., E SIQUEIRA, G.R. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, pp.1015-1024, jun. 2017.

SANTANA JÚNIOR, H.A., SILVA, R.R., CARVALHO, G.G.P., SILVA, F.F., BARROSO, D.S., PINHEIRO, A.A., FILHO, G.A., CARDOSO, E.O., DIAS, D.L.S. TRINDADE JUNIOR, G. Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, pp. 367, jan/fev. 2013.

SANTANA, A.C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém, GTZ, TUD, UFRA, 2003.

SILVA, L. H., PAULINO, P. V., ASSIS, G. J., ASSIS, D. E., ESTRADA, M. M., SILVA, M. C., SILVA, J. C., MARTINS, T. S., S. C. VALADARES FILHO, PAULINO, M. F. & CHIZZOTTI, M. L. Effect of post-weaning growth rate on carcass traits and meat quality of Nellore cattle. **Meat science**, v. 123, pp. 192-197, jan. 2017.

SPAROVEK, G., BARRETTO, A., KLUG, I., PAPP, L., LINO, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos-CEBRAP**, v. 89, pp.111-135, mar. 2011.

STARKEY, C.P., GEESINK, G.H., ODDY, V.H., e HOPKINS, D.L. Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and collagen characteristics. **Meat science**, v. 105, pp. 32-37, jul. 2015.

United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service (FAS). Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdResult.aspx>>. Acesso em: 10 Out. 2017.

VESTERGAARD, M., OKSBJERG, N., HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. **Meat Science**, 54, 177-185, fev. 2000.

ZORZI, K., BONILHA, S. F. M., QUEIROZ, A. C., BRANCO, R. H., SOBRINHO, T. L., DUARTE, M. S. Meat quality of young Nellore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v.93, pp. 593-599, mar. 2013.

## 2. ARTIGO 1. ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS NELORE EM PASTEJO<sup>1</sup>

### RESUMO

Teve-se por objetivo avaliar o efeito dos planos nutricionais sobre características da carcaça e carne de bovinos sob pastejo no período seco e chuvoso. Foram utilizados 28 bovinos Nelore, inteiros, com idade média de 18 meses. A concepção experimental foi inteiramente ao acaso, esquema fatorial (2x2), sendo os fatores: (i) duas estratégias de suplementação durante o período seco e (ii) duas estratégias de suplementação durante o período chuvoso (mineral e concentrada), totalizando quatro tratamentos: (i) SMs + SMc = Suplementação mineral em ambos os períodos, (ii) SMs + SCc = Suplementação mineral no período seco + suplementação concentrada no período chuvoso, (iii) SCs + SMc = Suplementação concentrada no período seco + suplementação mineral no período chuvoso, (iv) SCs + SCc = Suplementação concentrada em ambos os períodos. Os suplementos, exceto o mineral (0,10 kg/animal) foram fornecidos a 0,8% do PV dos animais. Após o abate, foram realizadas as pesagens da carcaça e mensurado o pH (antes e após refrigeração) e avaliadas as características quantitativas e de qualidade de carne. As características de perdas por descongelamento e totais, comprimento de sarcomêro, coloração apresentaram efeito de interação entre planos nutricionais e períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ ). Foi verificada tendência de interação ( $P < 0,10$ ) para as variáveis pH final, teor de proteína e perda por cocção. As estratégias suplementares realizadas no período seco influenciaram ( $P < 0,05$ ) o rendimento de carcaça quente e fria e, durante o período chuvoso a espessura de gordura ( $P < 0,05$ ), peso da ponta de agulha e teor de umidade. Os cortes dianteiro e traseiro apresentaram efeito dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ ), sendo superiores quando alimentados com suplemento concentrado. A suplementação concentrada durante o período chuvoso proporciona carcaças com melhor acabamento independente do tipo de suplementação realizado no período seco anterior. As características de carcaça são alteradas pelos planos nutricionais realizados durante o período seco, chuvoso ou ambos. Porém, as estratégias de suplementação realizadas durante o período seco não causam efeito sobre as características de carcaça no período seguinte de avaliação (período chuvoso). A suplementação com mineral no período seco seguido de suplementação com concentrado no período chuvoso promove carcaça com pH final menor, maior teor de proteína, perdas totais, comprimento de sarcomêro e coloração da carne.

**Palavras-chaves:** Composição, Ganho compensatório, Textura.

<sup>1</sup>Elaborado conforme as normas do Periódico Animal Production Science

## ABSTRACT

It was intended to evaluate the effect of the nutritional plans on housing and beef characteristics of cattle under grazing in the dry and rainy period. 28 Nelore Bovine animals were used in the Middle Ages of 18 months. The experimental design was entirely random, factorial scheme (2x2), and factors: (i) Two supplementation strategies during the dry period and (ii) Two supplementation strategies during the rainy period (mineral and concentrated), totaling four treatments : (i) SMs + SMc = mineral supplementation in both periods, (ii) SMs + SCC = Mineral supplementation in the dry period + concentrated supplementation in the rainy period (iii) SCS + SMc = concentrated supplementation in the dry period + mineral supplementation in the rainy season (iv) SCS + SCC = Sup Lementação concentrate on both periods. Supplements, except the mineral (0.10 kg/animal) were supplied to 0.8% of the PV of the animals. After slaughter, the carcass weights were carried out and measured the PH (before and after refrigeration) and assessed the quantitative and quality characteristics of meat. The characteristics of defrosting and total losses, length of Sarcomêro, coloration have effected interaction between nutritional plans and dry and rainy periods ( $P < 0.05$ ). It was verified interaction trend ( $P < 0.10$ ) for the PH final variables, protein content and loss by cooking. The supplementary strategies carried out in the dry period influenced ( $p < 0.05$ ) the hot and cold carcass yield and, during the rainy period the fat thickness ( $p < 0.05$ ), the weight of the needle tip and moisture content. The front and rear cuts have effected the nutritional plans in the dry and rainy periods ( $P < 0.05$ ), being higher when fed with concentrated supplement. The concentrated supplementation during the rainy season provides carcasses with better finishing independent of the type of supplementation carried out in the previous dry period. The housing characteristics are altered by the nutritional plans performed during the dry, rainy period or both. However, the supplementation strategies carried out during the dry period do not affect the carcass characteristics in the following period of evaluation (rainy period). Mineral supplementation in the dry period followed by supplementation with concentrated in the rainy season promotes housing with lower PH, higher protein content, total losses, sarcomêro length and meat coloring.

**Key words:** Composition, Compensatory gain, Texture.

## 2.1. Introdução

A pecuária de corte brasileira tem o pasto como principal recurso nutricional, entretanto, mesmo quando bem manejado, ocorre variações na qualidade e quantidade da massa disponível, devido às alterações climáticas, as quais se caracterizam em regiões tropicais por duas estações, seca e chuvosa. Neste contexto, o desempenho dos animais é comprometido em virtude da restrição na ingestão de energia e proteína oriunda do pasto durante o período de escassez hídrica (Roth et al. 2013). Nessa ocasião, caso não haja suplementação como alternativa para suprir o déficit nutricional dos animais, poderá ser observada redução no ganho em peso e alterações no rendimento de carcaça e qualidade de carne (Reis et al. 2009).

Durante o período chuvoso, a forragem aumenta a taxa de crescimento com melhorias na qualidade nutricional, apresentando maior teor proteico do que a forragem disponível no período seco, porém apesar do incremento no desempenho dos animais durante o período chuvoso, a utilização de suplemento concentrado na época de maior qualidade das forragens pode promover ganho de peso diário extra, de aproximadamente 150 g/animal em relação aos animais que não recebem suplemento concentrado (Martins et al. 2016).

A escolha por suplementação concentrada apenas durante o período seco ou chuvoso pode alterar a taxa de crescimento dos animais, com efeitos da restrição de nutrientes em períodos de escassez hídrica e ao serem realimentados pode ocorrer o ganho compensatório (Therkildsen, Stolzenbach, Byrne, 2011). Animais mantidos em confinamento que passam por restrição alimentar (0,0 ou 0,6 kg/dia) reduzem o peso e a gordura da carcaça (Silva et al. 2017). Além disso, as alterações na taxa de crescimento modificam o turnover proteico *in vivo* e a proteólise pós-mortem, o que pode influenciar a maciez da carne (Therkildsen, 2005). Contudo são poucos trabalhos que relatam os efeitos das estratégias de suplementação para animais em pastejo sobre a composição da carcaça (Sampaio et al. 2017) e qualidade de carne.

A suplementação com energia e proteína de forma ininterrupta ao longo do ano poderia acompanhar a curva de desenvolvimento do animal com favorecimento do crescimento contínuo dos mesmos, o que permitiria a redução nos dias para abate e maior peso das carcaças (Sainz, Torre, Oltjen, 1995). Em relação a maciez, parece não haver relação entre padrão de crescimento e força de cisalhamento (Szali et al. 2003). Entretanto, pode-se verificar estudos que sugerem maior importância do desempenho na explicação para as

alterações na força de cisalhamento do que a dieta de animais terminados em pastejo (Pordomingo et al. 2012).

Neste contexto, hipotetizou-se duas situações: (i) os animais alimentados com sal mineral durante o período seco, poderiam passar por restrição alimentar, o que alteraria as características de carcaça e qualidade da carne, (ii) os animais que recebessem concentrado no período seco, ao serem alimentados apenas com forragem de melhor qualidade no período chuvoso poderiam atingir características de carcaça e carne semelhante aos animais que receberam concentrado durante toda a fase experimental. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos dos planos nutricionais realizados durante o período seco, chuvoso ou ambos sobre as características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore em pastejo.

## **2.2. Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte e Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA – Campus de Parauapebas, e análises de qualidade da carne realizadas no Laboratório de Ciência da Carne na Universidade Federal de Viçosa e aprovado pelo comitê de ética do uso de animais CEUA da UFRA sob o número 020/2016.

### **2.2.1. Animais, tratamentos experimentais e dietas**

Foram utilizados 28 animais Nelore, inteiros, com idade média inicial de 14 meses, peso vivo médio inicial de  $327,93 \pm 4,22$  kg. O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial (2x2), sendo os fatores: (i) duas estratégias de suplementação durante o período seco (mineral ou concentrada) e (ii) duas estratégias de suplementação durante o período chuvoso (mineral ou concentrada). Os quais geram quatro tratamentos, sendo eles:

1. SMs + SMc = Suplementação mineral durante o período seco e chuvoso (durante os 273 dias de experimento),
2. SMs + SCc = Suplementação mineral durante o período seco (112 primeiros dias) + suplementação com concentrado durante o período chuvoso (161 dias finais),
3. SCs + SMc = Suplementação com concentrado durante o período seco (112 primeiros dias) + suplementação mineral durante o período chuvoso (161 dias finais),
4. SCs + SCs = Suplementação com concentrado durante o período seco e chuvoso (durante os 273 dias de experimento).

A área experimental foi constituída de nove piquetes de um hectare cada, formados de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com livre acesso a bebedouros. Os grupos foram alternados entre os piquetes com seu respectivo suplemento, assim que necessário de acordo com a altura média de resíduo da forragem, perfazendo ciclo de pastejo com 60 dias durante o período seco (20 dias de ocupação média e 40 dias de descanso médio), e ciclos de 35 dias durante o período chuvoso (15 dias de ocupação média e 20 dias de descanso médio), sendo que todos os lotes passaram por todos os piquetes em cada período. Foram realizadas duas adubações de manutenção em todos os piquetes no final do período chuvoso que antecedeu o período seco experimental e no início do período chuvoso do experimento, utilizando 100 kg de ureia (45% de N) por piquete. Os dados meteorológicos (Tabela 1) registrados durante o período experimental, coletados na estação meteorológica da UFRA – Parauapebas.

O período experimental foi de 293 dias, sendo 20 dias destinado a adaptação dos animais aos piquetes e as dietas experimentais em que todos os animais receberam a mesma dieta, a qual foi alterada gradativamente a cada 5 dias, até alcançar 0,8% do peso vivo de suplemento concentrado. A primeira parte do período experimental foi desenvolvida durante o período seco (29/06 a 19/10/2016, 112 dias), sendo a segunda realizada durante o período chuvoso (20/10/2016 a 29/03/2017, 161 dias). Os suplementos foram compostos por farelo de soja, milho grão triturado, mistura uréia:sulfato de amônia (9:1) e mistura mineral (Tabela 2). Os suplementos, exceto o mineral (60 g/animal) foram oferecidos nas quantidades de 0,8% do peso vivo dos animais. A composição do concentrado foi elaborada de acordo com as exigências em proteína bruta para proporcionar ganho médio diário de 1 kg, considerando 8,68 de PB da pastagem para o período seco e 11,28 de PB para o período chuvoso, seguindo recomendações de BR Corte (Valadares et al. 2016). Os suplementos referentes a cada tratamento foram fornecidos diariamente as 10h00, em comedouro (0,33 m/animal) coberto localizado em cada piquete, sendo o acesso em ambos os lados, a fim de permitir acesso simultâneo dos animais.

### 2.2.2 Abate, mensuração de pH, características da carcaça

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos à jejum de sólidos por 16 horas, em seguida foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate e encaminhados ao frigorífico comercial. Os animais foram insensibilizados por pistola pneumática e em seguida sangrados, efetuada esfola, evisceração, retirada da cabeça e das patas, seguindo a

Instrução Normativa N° 3/MAPA 2000.

Após o abate, foi mensurado o pH e temperatura no músculo *Longissimus* com auxílio de pHmetro de punção direta com termômetro acoplado (Modelo HI 99163 - Hanna Instruments). As carcaças foram separadas em duas meias carcaças, as quais foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente, em seguida, foram resfriadas em câmara frigorífica durante 24h, com sistema de aspersão o qual era composto por um sistema de tubos de PVC, dispostos paralelamente aos trilhos das câmaras de resfriamento, com bicos aspersores. O sistema fazia a aspersão de água clorada (máximo 1 ppm de cloro), à temperatura de 2°C, em ciclos intermitentes programáveis com ciclos de duração de aproximadamente 13 segundos e o intervalo entre os ciclos de aproximadamente 7,5 minutos. Transcorrido o resfriamento, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, e foram novamente mensurado o pH e temperatura no músculo *longissimus*. Em seguida as meias carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF).

A medida da área de olho de lombo (AOL) foi realizada entre a 12° e 13° costela, por meio de transparência, a qual foi contornada dentro do perímetro de segmento da AOL. Após, para determinação da área foi utilizado o métodos de Estimativa por pesagem dos contornos em papel padronizado (pesagem). Utilizou-se folha de papel A4 (21 x 29,7 = 623,7 cm<sup>2</sup>) na qual eram copiados por justaposição os contornos originais e então registrado o peso de cada folha em balança semi-analítica. Os desenhos referentes ao lombo foram então recortados e pesados. O cálculo foi efetuado com uso da regra de três, considerando o peso da folha íntegra com o desenho correspondendo à área total da folha (623,7 cm<sup>2</sup>). A espessura de gordura subcutânea foi medida com o auxílio de um paquímetro (mm).

#### *Rendimento de carcaça e de cortes*

Para determinação do rendimento das carcaças quentes e frias foi realizado o cálculo em relação ao peso corporal ao abate (PCA) seguindo: rendimento de carcaça quente (RCQ) = (PCQ/PCA) x 100 e o rendimento de carcaça fria (RCF): RCF = (PCF / PCA) X 100. No cálculo da perda de peso por resfriamento (PPR) foi utilizado a seguinte expressão: PPR = [(PCQ-PCF)/PCQ] x 100, em que PCQ = peso da carcaça quente, PCF = peso da carcaça fria.

A meia carcaça direita de cada animal foi separada entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro, dianteiro e ponta de agulha. O dianteiro de cada animal compreendeu os cortes acém e paleta completa. A ponta de agulha compreendeu as costelas, a partir da 6ª e os músculos

abdominais. Enquanto o traseiro especial foi representado pelo lombo, coxão e pela alcatra completa. Os rendimentos dos cortes comerciais foram avaliados de forma relativa (em relação ao peso da carcaça fria).

2.2.3 Processamento de amostra do músculo *longissimus* e avaliação de qualidade da carne

Foi retirada amostra na meia carcaça esquerda de cada animal, entre 12ª e 13ª costelas compreendendo ao músculo *Longissimus*, para análise de qualidade de carne. Os bifes com 2,54 cm de espessura foram embalados à vácuo, sendo imediatamente congelados a -20°C para posteriores determinações da força de cisalhamento, perdas por descongelamento e cocção, coloração da carne, índice de fragmentação miofibrilar e composição química.

#### *Análise de perdas e força de cisalhamento*

Os bifes foram descongelados durante 16 horas á temperatura de 5°C até atingirem a temperatura interna de 2 a 5°C, os quais foram pesados antes e após o descongelamento para avaliação das perdas durante este processo. Em seguida foram assados em banho-maria á 70°C por 40 minutos. Os valores de perda por cocção foram obtidos pela pesagem dos bifes antes e após o cozimento.

Para avaliação da força de cisalhamento, oito amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram retiradas de cada bife depois de assados, paralelamente à orientação das fibras musculares, com auxílio de amostrador em aço inox. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente á orientação das fibras musculares, utilizando-se a lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler.

#### *Determinação da coloração da carne*

Os bifes foram removidos das embalagens à vácuo e foram expostos por 30 minutos em ambiente refrigerado (4°C) para permitir a oxigenação. Os parâmetros avaliados foram L, a\* e b\* do sistema CIELab sendo que L representa a luminosidade (L = 0 preto e L = 100 branco), a\* representa intensidade de vermelho, variando de verde (0 a -60) a vermelho (0 a +60) e b\* intensidade do amarelo, variando de azul (0 a -60) ao amarelo (0 a +60). Foram realizadas três leituras em diferentes pontos da superfície do *longissimus*. A avaliação da cor foi realizada com auxílio de colorímetro espectrofotômetro Sistema CIELAB, usando-se

iluminante D65, ângulo visão 8° e padrão do observador de 10°, conforme especificações da CIE (1986).

#### *Determinação do índice de fragmentação miofibrilar*

O Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) foi realizado conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978), com modificações descritas por Hopkins, Martin, & Gilmour (2004). Foram pesadas 0,5 gramas do músculo *longissimus* que foram retiradas no sentido das fibras musculares, evitando pegar tecido conectivo e adiposo. As amostras foram homogeneizadas duas vezes (2x 30 segundos) em 30 mL de solução tampão refrigerada (4°C) com turrax com eixo de 10mm de diâmetro a uma velocidade de 19.000 rpm. A mistura foi filtrada em um tubo de centrifugação de 50 ml (malha com orifícios de 1mm) e a extração de miofibrilas foi realizada centrifugando o filtrado a 1.000g por 10 minutos (2°C) e o sobrenatante descartado, e ressuspenso o pellet com 10 ml de Tampão. Centrifugou-se mais duas vezes refazendo o mesmo processo (totalizando 3 centrifugações). A concentração de proteína da suspensão final foi determinada pelo método biureto (Gornall, Borges, & David, 1949). Em duplicata, as alíquotas da suspensão miofibrilar foram diluídas em buffer para a concentração de proteína atingir 0,5 mg/ml. A absorvância da suspensão miofibrilar diluída foi medida imediatamente a 540 nm. A média da absorvância duplicada foi multiplicada por 150 para dar o valor do índice das IFM.

#### *Comprimento de sarcomêro (Método indireto – difração de raio laser)*

As fibras musculares foram separadas das amostras cilíndricas (que foram utilizadas na força de cisalhamento), com auxílio de pinças, até se obter 10 pequenos fragmentos. Adicionou-se uma gota da solução de sacarose a lâmina e uma lamínula de 22 x 22 mm foi colocada sobre a amostra. As lâminas foram levadas ao equipamento de feixe de laser de hélio e neônio (Spectra Physics Inc., Modelo 117A, CA, EUA) com comprimento de onda de 632,8 nm e as miofibrilas foram posicionadas sob a luz do laser para a formação do padrão de difração. Foram medidos os padrões de difração de 10 miofibrilas por lâmina, com auxílio de um paquímetro digital e os valores em milímetros foram utilizados para calcular o comprimento dos sarcômeros em micrômetros.

#### *Composição química da carne*

Para composição química da carne, foram retiradas amostras de cada bife e liofilizadas por 48 a 72h. Após a liofilização foram processadas em moinho tipo “bola”, posteriormente

foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca, matéria mineral, nitrogênio total e extrato etéreo segundo o método INCT-CA G-003/1, INCT-CA M-001/1, INCT-CA N-001/1 e INCT-CA G-004/1 respectivamente, descritos por Detmann et al. (2012).

#### 2.2.4. Análise Estatística

Os resultados de análise de qualidade da carne, rendimento de carcaça e cortes obtidos foram submetidos à análise de variância para os tratamentos e interações, considerando-se diferenças significativas quando o valor de P foi inferior a 0,05, sendo atribuído tendência para as interações em situações de valor P entre 0,05 e 0,10 por meio do SAS (Statistical Analysis System). Quando observado interação entre os fatores, foi realizado contraste entre os tratamentos, avaliando-se a influência dos planos nutricionais no período seco, sobre os planos nutricionais no período chuvoso.

### 2.3. Resultados

O rendimento da carcaça quente e fria, perda por resfriamento, pH inicial, área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), o corte dianteiro, traseiro e ponta de agulha não apresentaram interação entre os planos nutricionais realizados durante o período seco e chuvoso ( $P < 0,05$ , Tabela 3). Porém, verificou-se tendência de interação ( $P < 0,10$ ) para variável pH final, em que os animais que receberam suplemento mineral no período seco (SMs), seguidos de suplementação concentrada no período chuvoso (SCc) obtiveram pH final inferior em relação aos que receberam suplementação mineral no período seco e chuvoso (SMs+SMc). Já os animais que receberam concentrado no período seco (SCs), não apresentaram diferença ( $P > 0,10$ ), quando suplementados com mineral (SMc) ou concentrado no período chuvoso (SCc).

As variáveis que não apresentaram interações foram analisadas de forma independente. As estratégias suplementares realizadas durante o período seco influenciaram o rendimento da carcaça quente e fria (Tabela 3), em que os animais suplementados com mineral (SMs) apresentaram média superior aos suplementados com concentrado (SCs,  $P < 0,05$ ), no entanto para o período chuvoso não houve efeito dos planos nutricionais ( $P < 0,05$ ).

Perda por resfriamento, pH inicial e área de olho de lombo (AOL) não foram influenciados pelas as estratégias suplementares adotadas no período seco e chuvoso ( $P < 0,05$ , Tabela 3). Entretanto, a espessura de gordura subcutânea (EGS) não foi influenciada pelos

planos nutricionais adotados no período seco, mas apresentou efeito dos planos realizados no período chuvoso ( $P < 0,05$ ), no qual, os animais suplementados com concentrado (SCc) obtiveram maiores valores de espessura de gordura subcutânea.

Os cortes dianteiro e traseiro apresentaram efeito dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ , Tabela 3), os quais foram superiores para os animais suplementados com concentrado. O peso do corte ponta de agulha não apresentou diferença entre as estratégias suplementares durante o período seco ( $P > 0,05$ ), porém foi verificada diferença para o período chuvoso, em que, os animais suplementados com concentrado (SCc) obtiveram maiores pesos ( $P < 0,05$ ).

Os resultados para a composição centesimal da carne: umidade, cinzas, extrato etéreo, não apresentaram efeito de interação para a suplementação realizada durante o período seco e chuvoso ( $P > 0,05$ , Tabela 4), portanto foram analisados de forma independente. Entretanto, para o teor de proteína bruta foi verificada tendência à interação ( $P < 0,10$ ). Ao desdobrar a interação verifica-se que os animais suplementados com mineral durante o período seco (SMs) ao serem suplementados com concentrado (SCc) durante o período chuvoso, obtiveram maior teor de proteína bruta, quando comparado aos animais que receberam suplemento mineral no período chuvoso (SMc). Já os animais que receberam suplemento concentrado durante o período seco (SCs) ao serem suplementados com mineral (SMc) ou concentrado (SCc) durante o período chuvoso não apresentaram diferença ( $P > 0,10$ ).

Para o teor de umidade foi observada diferença entre as estratégias nutricionais durante o período chuvoso, sendo que os animais suplementados com mineral (SMc) apresentaram média superior aos animais que receberam suplemento com concentrado (SCc). As estratégias suplementares do período seco e chuvoso não influenciaram o teor de cinza e extrato etéreo no *longíssimos* ( $P < 0,05$ ).

A força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar não apresentaram efeito da interação dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso. Além disso, não foi observado diferença das estratégias no período seco e chuvoso de forma independente ( $P > 0,05$ , Tabela 5).

As perdas por descongelamento e totais, comprimento de sarcomêro, coloração: L\*(luminosidade), a\*(intensidade de vermelho), b\*(intensidade de amarelo), apresentaram efeito de interação dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso ( $P < 0,05$ , Tabela 5). A

variável perda por cocção apresentou tendência á interação ( $P < 0,10$ ) quanto às estratégias realizadas nos períodos seco e chuvoso.

O desdobramento das interações descritas acima indica que os animais suplementados com mineral no período seco (SMs), quando suplementados com concentrado durante o período chuvoso (SCc) apresentaram médias superiores. E quando suplementados com concentrado no período seco (SCs), não foi diferente dos animais suplementados com mineral (SMc) ou concentrado no período chuvoso (SCc).

## **2.4 Discussão**

### *Interações entre os planos nutricionais do período seco e chuvoso.*

O aumento do teor de proteína muscular dos animais que receberam suplemento mineral durante o período seco seguido de suplemento concentrado no período chuvoso (SMs + SCc, Tabela 3) deve-se possivelmente, ao efeito da restrição qualitativa de alimento durante o período seco, uma vez que os animais receberam apenas forragem e suplemento mineral, que pode ter reduzido o crescimento muscular, o qual foi alterado durante período chuvoso, devido a maior taxa de crescimento dos animais no período de melhor disponibilidade e qualidade da forragem, atrelada ao aporte energético e de proteína advindo do concentrado (Sampaio et al. 2017). Como tal, pode-se inferir a maior concentração de proteína poderia ser um suposto indicador de crescimento compensatório (Almeida et al. 2017), aja vista que os animais que não passaram por restrição e foram alimentados com suplemento concentrado nos dois períodos não apresentaram o aumento no teor de proteína muscular (Tabela 4).

A acidificação muscular é fator determinante da qualidade da carne através do pH final da carcaça o qual interfere sobre as características organolépticas do produto cárneo, importantes para os consumidores e indústria (Apaoblaza et al. 2017). Tal pH depende do acúmulo de ácido láctico na carne, o qual é proveniente dos estoques de glicogênio no músculo, em que, baixas reservas de glicogênio proporcionam pH mais elevado, o que compromete a qualidade da carne em vários aspectos como a cor e capacidade de retenção de água (Lawrie, 2005). No presente estudo (Tabela 3), os animais alimentados com suplementação mineral no período seco e concentrado no período chuvoso (SMs+SCc) obtiveram menores valores de pH final que animais suplementados com mineral no período seco e período chuvoso (SMs+SMc). Isso pode ser explicado através das diferenças de aporte nutricional causado pelos diferentes planos nutricionais, em que os animais do plano

nutricional SMs+SCc receberam, no período chuvoso, maior quantidade de nutrientes do que os animais do plano nutricional SMs+SMc. Tal variação altera o teor de glicogênio muscular *in vivo* (Gregory 2010, Knee et al., 2004), que por conseguinte, pode afetar o teor de glicogênio da carne e atividade glicolítica *pós mortem* (Honikel, 2014a) á medida que o músculo é convertido em carne (Suman et al. 2016). Era também esperado que o plano nutricional com suplementação concentrada na seca e nas chuvas (SCs+SCc) também apresentasse carcaças com pH menor, no entanto tal efeito não foi observado.

As alterações no pH final podem promover perdas da adenosina trifosfato (ATP), a qual age para liberar a água ligada às proteínas nos espaços intrafibrilar, a água liberada é então redistribuída para os espaços extracelulares, portanto, o congelamento pode causar diminuição acentuada do  $\text{Ca}^{2+}$ - Atividade ATPase e um aumento na atividade  $\text{Mg}^{2+}$ -EGTA-ATPase, que traduz-se em desnaturação de miosina e o complexo tropomiosina (Leygonie et al. 2012), logo a perda na capacidade de retenção de água está relacionada com a modificação e/ou desnaturação das proteínas em pH baixo, como o verificado no presente estudo, em que os animais com menor pH final da carcaça apresentaram maiores perdas por descongelamento, cocção e totais.

O pH final da carcaça mais alto altera o estado físico das proteínas deixando-as acima do seu ponto isoelétrico, as proteínas irão associar-se a mais água no músculo (Abril et al. 2001, Mahmood et al. 2017), logo a carne com pH elevado pode apresentar coloração mais escura pelo fato da superfície não dispersar a luz na mesma extensão que a superfície mais aberta de carne com um pH final mais baixo (Hughes et al. 2017), além de apresentar maior capacidade de retenção de água, o que aumenta a compacidade e a absorção de luz (Abril et al. 2001). Como pode ser observado no presente estudo, as alterações no pH final foram suficientes em interferir sobre as mudanças da cor da carne, afetando a L, a\* e b\* (Tabela 3). Além disso, Teke et al. (2014) e Mahmood et al. (2017) observaram correlação negativa entre o pH final da carcaça e os parâmetros de coloração.

#### *Efeito dos planos nutricionais do período seco*

O menor rendimento de carcaça dos animais que receberam suplemento concentrado no período seco (SCs) deve-se possivelmente a maior deposição de gordura interna (perirenal e visceral) durante essa fase. Visto que a ordem prioritária de deposição de gordura segue: gordura interna, intermuscular, subcutânea e intramuscular (Webb, 2003), o que pôde ser

constatado no presente estudo, no qual os animais suplementados com concentrado no período seco (SCs) ainda estavam com deposição de gordura priorizada para gordura interna, enquanto que no período chuvoso, isso provavelmente mudou, aumentando a espessura de gordura subcutânea (Tabela 3), sem alteração na gordura intramuscular (extrato etéreo %, Tabela 3). Dessa forma, o provável aumento na quantidade de gordura intramuscular, causada pelo aumento do aporte de nutrientes do plano nutricional SCs aumentou a quantidade de componentes não carcaça, o que pode reduzir o rendimento de carcaça.

#### *Efeito dos planos nutricionais do período chuvoso*

A espessura de gordura subcutânea (EGS) apresentou diferença (Tabela 2), entre os planos nutricionais do período chuvoso, isso se deve possivelmente ao fato dos animais alimentados com concentrado ingerirem maior quantidade de energia, apresentando maiores taxas de crescimento, alterando a deposição dos tecidos do corpo do animal (Latimori et al 2012, Menezes et al. 2014), que nessa fase já estava depositando gordura subcutânea. Esse maior aporte de energia na dieta também proporcionou maiores pesos do corte comercial (Tabela 2) ponta de agulha quando utilizado suplementação concentrada no mesmo período.

#### *Efeito dos planos nutricionais nos períodos seco e chuvoso*

Os efeitos positivos da alimentação com concentrado durante os períodos seco e chuvoso sobre os pesos dos cortes dianteiro e traseiro podem ser devidos ao melhor desempenho animal e aos períodos de acabamento.

A perda por resfriamento (Tabela 2) é considerada uma perda natural de peso por desidratação superficial ou exsudação que ocorre durante o resfriamento das carcaças após o abate. Carcaças refrigeradas por 24h utilizando circulação forçada de ar (2,0 m/s) (método convencional), desencadeiam em perdas de peso de valores ao redor de 1,7% (Prado & Felicio, 2010), podendo acarretar em prejuízo ao frigorífico. Para minimizar tal prejuízo tem-se utilizado sistema de aspersão automatizado, que reduz as perdas por resfriamento, como foi verificado no presente estudo com perdas de até 0,6% (Tabela 3). Devido as carcaças terem sido condicionadas as mesmas condições não houve diferença na perda por resfriamento entres os diferentes planos nutricionais.

A área de olho de lombo (Tabela 3) não apresentou diferenças quanto aos planos nutricionais que foram utilizados no presente estudo. Esses resultados demonstraram que animais previamente restritos (alimentados com suplementação mineral nos diferentes

períodos) priorizaram o crescimento do tecido muscular sobre a deposição de tecido adiposo (Silva et al. 2017). Além disso, mesmo os planos nutricionais com menor aporte energético (SMs e SMC) apresentaram taxas de ganho de peso razoáveis (aproximadamente 400 g/dia), o que consequentemente garantiu o desenvolvimento muscular dos animais.

No presente estudo a ausência de diferença na força de cisalhamento (Tabela 5) entre os animais que receberam os planos nutricionais tanto no período seco quanto chuvoso, deve-se possivelmente por dois fatores. Primeiro, pelos animais terem sido abatidos com idade semelhantes (30 meses), uma vez que um dos principais motivos da alteração da maciez da carne está correlacionada a idade ao abate dos animais (Alves et al. 2005). Segundo, apesar da diferença na taxa de ganho de peso observada entre os planos nutricionais adotados (diferença de 346 e 304 g/dia entre os animais suplementados com concentrado ou mineral no período seco e chuvoso, respectivamente), segundo Castro et al. (2014) não há correlação entre força de cisalhamento e taxa de ganho de peso de animais da raça Nelore.

## 2.5 Conclusão

A suplementação concentrada durante o período chuvoso proporciona carcaças com melhor acabamento independente do tipo de suplementação realizado no período seco anterior.

As características de carcaça são alteradas pelos planos nutricionais realizados durante o período seco, chuvoso ou ambos. Porém, as estratégias de suplementação realizadas durante o período seco não causam efeito sobre as características de carcaça no período seguinte de avaliação (período chuvoso).

A suplementação com mineral no período seco seguido de suplementação com concentrado no período chuvoso promove carcaça com pH final menor, maior teor de proteína, perdas totais, comprimento de sarcomêro e coloração da carne.

## REFERÊNCIAS

- Abril M, Campo MM, Önenç A, Sañudo C, Albertí P, e Negueruela AI (2001) Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science* **58**, 69-78.
- Almeida AM, Nanni P, Ferreira AM, Fortes C, Grossmann J, Bessa RJ e Costa P (2017). The longissimus thoracis muscle proteome in Alentejana bulls as affected by growth path. *Journal of proteomics* **152**, 206-215.

- Alves DD, Goes H de TB de, Mancio AB (2005). Maciez da carne bovina. *Ciência Animal Brasileira* **6**, 135-149.
- Apaoblaza A, Strobel P, Reveco AR, Timaure NJ, Monti G, Gallo C (2017). Effect of season, supplementation and fasting on glycolytic potential and activity of AMP-activated protein kinase, glycogen phosphorylase and glycogen debranching enzyme in grass-fed steers as determined in Longissimus lumborum muscle. *Livestock Science* **202**, 101-108.
- Castro LMD, Magnabosco CU, Sainz RD, Faria CUD, e Lopes FB (2014). Quantitative genetic analysis for meat tenderness trait in Polled Nellore cattle. *Revista Ciência Agronômica* **45**, 393-402.
- Coleman LW, Hickson RE, Schreurs NM, Martin NP, Kenyon PR, Villalobos NL, Morris ST (2016). Carcass characteristics and meat quality of Hereford sired steers born to beef-cross-dairy and Angus breeding cows. *Meat science* **121**, 403-408.
- Ertbjerg P, Puolanne E (2017). Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. *Meat Science* **132**, 139–152.
- Gregory NG (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International* **43**, 1866-1873.
- Honikel KO (2014a). Chemical and physical characteristics of meat: pH Measurement. *Encyclopedia of Meat Sciences* **1**, pp. 262-266.
- Honikel KO (2014b). Conversion of muscle to meat: Rigor Mortis, cold, and rigor shortening. *Encyclopedia of Meat Sciences* **1**, pp. 358-365.
- Hopkins DL, Toohey ES, Lamb TA, Kerr MJ, Van de Ven R, Refshauge G (2011). Explaining the variation in the shear force of lamb meat using sarcomere length, the rate of rigor onset and pH. *Meat Science* **88**, 794-796.
- Hughes J, Clarke F, Purslow P, Warner R (2017). High pH in beef longissimus thoracis reduces muscle fibre transverse shrinkage and light scattering which contributes to the dark colour. *Food Research International* **101**, 228-238.
- Knee BW, Cummins LJ, Walker P, Warner R (2004). Seasonal variation in muscle glycogen in beef steers. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **44**, 729-734.
- Latimori, NJ, Kloster, AM, Carduza, FJ, Grigioni, G, García PT. (2013). Influencia de la dieta sobre indicadores de calidad de carne de novillos con diferente composición de Bos taurus y Bos indicus. *Revista Argentina de Producción Animal* **32**, 175-186.
- Lawrie RA (2005) ‘Ciência da carne’ (6 ed.). (Porto Alegre: ARTMED).

- Leygonie C, Britz TJ, Hoffman LC (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat. *Meat Science* **91**, 93-98.
- Mahmood S, Roy BC, Larsen IL, Aalhus JL, Dixon WT, Bruce HL (2017). Understanding the quality of typical and atypical dark cutting beef from heifers and steers. *Meat Science* **133**, 75-85.
- Martins LS, Paulino MF, Marcondes MI, Rennó LN, Almeida DM, Lopes SA, Marquez DEC, Manso MR, Silva AG, Valente EEL (2016). Cottonseed meal is a suitable replacement for soybean meal in supplements fed to Nellore heifers grazing *Brachiaria decumbens*. *Animal Production Science* **57**, 1893-1898
- Menezes LFG de, Segabinazzi LR, Freitas L da S, Restle J, Brondani IL, Callegaro AM, Joner G, Alves Filho, DC (2014) Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon , terminados em pastagem tropical , recebendo diferentes níveis de concentrado. *Semina: Ciências Agrárias* **35**, 1557-1568.
- Prado CS, de Felício PE (2010). Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. *Meat science* **86**, 430-435.
- Pordomingo AJ, Grigioni G, Carduza F, Lagreca GV (2012). Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: I. Animal performance, carcass and meat quality. *Meat Science* **90**, 939-946.
- Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 147-159.
- Roth MTP, Resende FD, Oliveira IM, Fernandes RM, Custódio L, Siqueira GR (2017). Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle? *Livestock Science* **204**, 122-128.
- Roth MTP, Resende FD, Siqueira GR, Fernandes RM, Custódio L, Roth APTP, Moretti MH, Campos WC (2013). Supplementation of Nellore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. *Revista Brasileira de Zootecnia* **42**, 447-455.
- Sainz RD, De la Torre F, Oltjen JW (1995). Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refeed beef steers. *Journal of animal science* **73**, 2971-2979.
- Sampaio RL, de Resende FD, Reis RA, de Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Siqueira GR (2017). The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Tropical Animal Health and Production* **49**, 1015-1024.

- Silva LH, Paulino PV, Assis GJ, Assis DE, Estrada MM, Silva MC, Silva JC, Martins TS, Valadares Filho SC, Paulino MF, Chizzotti ML (2017). Effect of post-weaning growth rate on carcass traits and meat quality of Nellore cattle. *Meat science* **123**, 192-197.
- Starkey CP, Geesink GH, Oddy VH, Hopkins DL (2015). Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and collagen characteristics. *Meat science* **105**, 32-37.
- Starkey CP, Geesink GH, Collins D, Oddy VH, Hopkins, DL (2016). Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles?. *Meat science* **113**, 51-58.
- Suman SP, Nair MN, Joseph P, Hunt MC (2016). Factors influencing internal color of cooked meats. *Meat science* **120**, 133-144.
- Sazili AQ, Lee GK, Parr T, Sensky PL, Bardsley, RG, Buttery, PJ (2004). The effect of altered growth rates on the calpain proteolytic system and meat tenderness in cattle. *Meat Science* **66**, 195-201.
- Teke B, Akdag F, Ekiz B, Ugurlu M (2014). Effects of different lairage times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. *Meat science* **96**, 224-229.
- Therkildsen M (2005). Muscle protein degradation in bull calves with compensatory growth. *Livestock Production Science* **98**, 205-218.
- Therkildsen M, Stolzenbach S, Byrne DV (2011). Sensory profiling of textural properties of meat from dairy cows exposed to a compensatory finishing strategy. *Meat science* **87**, 73-80.
- Vestergaard M, Oksbjerg N, Henckel P (2000). Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Science* **54**, 177-185.
- Warner RD, Jacob RH, Edwards JH, McDonagh M, Pearce K, Geesink G, Kearney G, Allingham P, Pethick DW (2010). Quality of lamb meat from the Information Nucleus Flock. *Animal Production Science* **50**, 1123-1134.
- Webb EC, O'neill HA (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science* **80**, 28-36.

**Tabela 1.** Composição morfológica da forragem *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, e valores médios de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade, durante o período experimental.

Disponibilidade (Ton/ha)	Período seco	Período chuvoso
Matéria seca	7,268	3,606
Folhas	2,212	1,533
Colmo	3,137	1,171
Material morto	1,919	0,902
Precipitação pluvial total (mm <sup>-1</sup> )	155,8	1112,8
Temperatura média do ar (°C)	28,2	26,2
Umidade relativa do ar média (%)	63,3	90,6

**Tabela 2 -** Dieta experimental e composição dos nutrientes analisados, com base da MS seca.

Ingredientes	Período seco		<i>B. brizantha</i>	Período chuvoso		<i>B. brizantha</i>
	(%MS)		cv.	(%MS)		cv.
	Mineral	Concentrado	Marandu1	Mineral	Concentrado	Marandu2
Milho	-	76,68	-	-	81,79	-
Farejo de soja	-	17,04	-	-	12,84	-
Sal mineral	100	3,52	-	100	3,58	-
Uréia	-	2,75	-	-	1,79	-
<b>Nutrientes (%MS)</b>						
Matéria seca	99	89,96	88,82	99	88,46	90,67
Matéria orgânica	0	92,32	88,81	0	94,51	90,86
Matéria mineral	100	7,68	11,19	100	5,49	9,14
Proteína bruta	-	22,86	8,68	-	19,10	11,28
Extrato Etéreo	-	2,99	1,68	-	4,55	2,17
FDN <sup>1</sup>	-	15,21	58,8	-	15,77	67,81
FDA <sup>2</sup>	-	6,98	36,81	-	5,29	39,26
Lignina	-	1,68	4,64	-	0,82	2,81
FDNi <sup>3</sup>	-	2,32	18,97	-	1,15	20,58

<sup>2</sup>Elaborado conforme as normas do Periódico Tropical Animal Health and Production

CNF<sup>4</sup> - 51,27 19,65 - 55,10 9,59

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro, <sup>2</sup>Fibra em detergente ácido, <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro insolúvel <sup>4</sup>Carboidratos não fibrosos.

**Tabela 3** – Características da carcaça e cortes de bovinos nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.

Variáveis	SMs <sup>1</sup>		SCs <sup>2</sup>		EPM	P-Valor		
	SMc <sup>3</sup>	SCc <sup>4</sup>	SMc	SCc		Seco	Chuvoso	SxC
Rendimento da carcaça quente, %	53,7	53,0	52,1	52,4	0,47	0,034	0,738	0,346
Rendimento da carcaça fria, %	53,4	52,7	51,8	52,2	0,46	0,035	0,783	0,293
Perda por resfriamento, %	0,6	0,6	0,6	0,5	0,06	0,471	0,369	0,195
pH inicial	6,6	6,5	6,6	6,7	0,08	0,253	0,699	0,303
pH final	5,9 <sup>e</sup>	5,7 <sup>f</sup>	5,9	6,0	0,06	0,129	0,550	0,067
AOL <sup>5</sup> , cm <sup>2</sup>	64,4	63,1	64,4	63,3	2,76	0,949	0,655	0,980
EGS <sup>6</sup> , mm	2,5	3,4	1,7	2,5	0,43	0,173	0,024	0,904
Dianteiro, Kg	97,2	109,6	103,9	118,7	2,39	0,003	<0,001	0,623
Traseiro, Kg	110,2	123,6	119,5	126,8	2,04	0,004	<0,001	0,134
Ponta de Agulha, Kg	24,1	28,5	24,1	30,6	0,76	0,186	<0,001	0,193

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso, <sup>5</sup>AOL: área de olho de lombo, <sup>6</sup>EGS: espessura de gordura subcutânea,

<sup>a-b</sup> Média seguidas com letras diferentes são diferentes após o desdobramento da interação

<sup>e-f</sup> Média seguidas com letras diferentes tendem a diferir após o desdobramento da interação

**Tabela 4** - Composição centesimal (% da matéria natural) do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.

Variáveis	SMs <sup>1</sup>		SCs <sup>2</sup>		EPM	P-Valor		
	SMc <sup>3</sup>	SCc <sup>4</sup>	SMc	SCc		Seco	Chuvoso	SxC
Umidade	77,54	76,87	77,34	77,22	0,17	0,672	0,035	0,129
Cinzas	1,06	0,97	1,07	1,03	0,04	0,331	0,057	0,439
Extrato Etéreo	0,69	0,80	0,70	0,81	0,11	0,922	0,339	0,991
Proteína Bruta	20,71 <sup>f</sup>	21,36 <sup>e</sup>	20,89	20,94	0,15	0,427	0,028	0,054

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso.

<sup>e-f</sup> Média seguidas com letras diferentes tendem a diferir após o desdobramento da interação

**Tabela 5:** Características qualitativas da carne de bovinos Nelores terminados em pastejo alimentados com diferentes planos nutricionais.

Variáveis	SMs <sup>1</sup>		SCs <sup>2</sup>		EPM	P-Valor		
	SMc <sup>3</sup>	SCc <sup>4</sup>	SMc	SCc		Seco	Chuvoso	SxC
Força de Cisalhamento, kgf	5,15	4,76	5,20	4,68	0,74	0,987	0,540	0,929
IFM <sup>5</sup> , %	54,85	43,13	39,20	57,61	8,86	0,948	0,709	0,104
Perda por descongelamento, %	3,70 <sup>b</sup>	8,26 <sup>a</sup>	5,77	4,55	1,22	0,509	0,183	0,027
Perda por exsudação, %	14,17 <sup>f</sup>	16,70 <sup>e</sup>	14,93	11,38	1,68	0,185	0,764	0,085
Perdas Totais, %	17,32 <sup>b</sup>	23,54 <sup>a</sup>	19,77	15,29	2,36	0,230	0,714	0,034
Comprimento de Sarcomêro, µm	1,45 <sup>b</sup>	1,56 <sup>a</sup>	1,53	1,28	0,05	0,064	0,177	0,002
L*	34,56 <sup>b</sup>	37,45 <sup>a</sup>	35,32	35,13	0,70	0,273	0,064	0,038
a*	13,17 <sup>b</sup>	14,16 <sup>a</sup>	13,69	11,48	0,71	0,140	0,400	0,035
b*	1,75 <sup>b</sup>	3,22 <sup>a</sup>	2,45	1,64	0,47	0,356	0,485	0,024

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso, <sup>5</sup>IFM: índice de fragmentação miofibrilar.

<sup>a-b</sup> Média seguidas com letras diferentes são diferentes após o desdobramento da interação

<sup>e - f</sup> Média seguidas com letras diferentes são tendem a diferir após o desdobramento da interação

### **3. ARTIGO 2. ANÁLISE BIOECONÔMICA DE QUATRO PLANOS NUTRICIONAIS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO<sup>2</sup>**

#### **RESUMO**

Teve-se por objetivo avaliar a viabilidade econômica de quatro planos nutricionais de suplementação para terminação de bovinos em pastejo: SMs + SMs = Suplementação mineral durante o período seco e chuvoso, SMs + SCc = Suplementação mineral durante o período seco + suplementação com concentrado no período chuvoso, SCs + SMC = Suplementação com concentrado no período seco + suplementação mineral no período chuvoso, SCs + SCs = Suplementação com concentrado no período seco e chuvoso. Simulando um sistema de produção com 100ha e taxa de lotação de 2,4 UA/ha/ano. Foi realizada coleta de dados com o levantamento de custos fixos e variáveis que foram retirados da ANUALPEC 2015 e Scott Consultoria, para realização de cálculos de indicadores como: Renda Bruta (RB), Margem Bruta (MB) e Líquida (ML), Lucro Total, Valor Presente Líquido (VPL), o Índice Benefício-Custo (IBC), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback e o Ponto de Equilíbrio (PE) e margem de contribuição unitária, para saber a rentabilidade dos planos e os respectivos ganhos ao produtor rural que os adote. Os indicadores financeiros demonstraram viabilidade econômica de todos os planos nutricionais para os bovinos criados a pasto, no qual o plano SMs + SCc apresenta resultados superiores aos demais, indicando ser mais adequado para utilização, por ser mais competitivo em termos de lucratividade do negócio, possibilitando melhor retorno econômico sobre o investimento.

**Palavras-chave:** Economicidade, Investimento, Lucratividade.

<sup>2</sup>Elaborado conforme as normas do Periódico Tropical Animal Health and Production

**ABSTRACT**

The objective was to evaluate the economic viability of four nutritional supplementation for grazing cattle: SMS + SMS = Mineral supplementation during the dry and rainy period, SMs + SCc = Mineral supplementation during the dry period + supplementation with concentrated in the rainy season, SCs + SMc = supplementation with concentrated in the dry period + mineral supplementation in the rainy season, SCS + SCS = supplementation with concentrated in dry and rainy period. Simulating a production system with 100ha and stocking rate of 2.4 au/ha/year. Data collected with the lifting of fixed costs and variables that were withdrawn from ANUALPEC 2015 and Scott Consulting, to carry out indicators calculations such as: gross income (RB), gross margin (MB) and liquid (ML), Total profit, net present value (NPV), Benefit-Cost Index (IBC), the internal return rate (TIR), the payback and the Equilibrium Point (PE) and the unitary contribution margin, to know the profitability of the plans and their earnings to the rural producer who adopt them. The financial indicators demonstrated economic viability of all nutritional plans for cattle created to pasture, in which the SMs + SCC plan presents results higher than others, indicating it is more suitable for use, for being more competitive in terms of Profitability of the business, enabling better economic return on investment.

**Key words:** Economic, Investment, Profitability.

### 3.1 Introdução

A pecuária de corte representa a maior parcela do agronegócio brasileiro (30%), no qual o sistema agroindustrial da carne bovina movimentou em 2015, R\$483,5 bilhões, registrando um crescimento de mais de 27% sobre o ano anterior (ABIEC, 2016). Apesar desse crescimento ocorre uma grande variação na produção de carne e nos níveis de produtividade, principalmente quando comparada a um grande produtor como Estados Unidos da América (EUA), primeiro, devido os animais serem abatidos com idade média de 36 meses no Brasil e 24 meses no EUA, segundo, devido a taxa de abate ser inferior com aproximadamente 20%, enquanto os EUA possuem 35%, terceiro, a quantidade de equivalente carcaça de aproximadamente 9,7 milhões de toneladas e EUA 11,5 milhões de toneladas, demonstrando que a indústria brasileira de carne é menos eficiente (ABIEC 2016, FAOSTAT, 2016).

Para aumentar a eficiência, a redução da idade ao abate é uma alternativa que permite encurtar o ciclo produtivo, pois com a saída dos animais e liberação para as novas categorias, a rotatividade favorecerá a propriedade a sustentar um maior número de animais por ano, trazendo mais lucratividade ao produtor com a comercialização dos animais (Figueiredo et al. 2007). Dessa forma, faz-se necessário explorar mais intensivamente a criação de bovinos de corte, sendo uma das formas de intensificação a utilização de suplementação alimentar estratégica, a qual permite corrigir dietas desequilibradas, melhorar o ganho de peso, rendimento de carcaça e características da carne dos animais ao longo do ano, encurtar os ciclos de produção dos bovinos e aumentar a capacidade de suporte dos sistemas produtivos aumentando a eficiência produtiva. Porém, mesmo com pesquisas evidenciando as vantagens de suplementar bovinos criados á pasto (Almeida et al. 2017, Barbero et al 2017, Roth et al. 2017,Sampaio et al 2017, Silva et al 2017), ainda permanecem inúmeros questionamentos sobre a viabilidade econômica a cerca da utilização de suplementação, pois os pressupostos biológicos devem estar ligados à condição de que a adoção desta dentro do sistema de produção deve atender uma relação custo-benefício favorável.

Para auxiliar o produtor na tomada de decisão os custos de produção, seja a receita obtida na venda por arroba e a rentabilidade do capital investido, são fatores importantes, pois tais informações levam o produtor a ter uma estimativa dos resultados financeiros almejados do sistema de produção (Guimarães, Junior & Oliveira, 2017).

Nesse contexto, estratégias de suplementação vêm sendo analisadas com o intuito de dar aporte ao produtor na escolha dos sistemas adotados. A suplementação proteica no período chuvoso e transição águas-seca tem se mostrado lucrativa ao produtor com uma melhor margem líquida, R\$123,92 por animal/período (Pereira Junior et al 2016). Porém, faz-se necessários estudos de viabilidade econômica com estratégias com diferentes planos nutricionais, utilizando suplementação mineral ou proteica ao longo do ano, para alcance de desempenho desejado e abate dos animais em idade precoce (até 24 meses). Dessa forma, buscou-se analisar, por meio de simulação, a viabilidade de implantação de quatro planos nutricionais em sistema de produção para a terminação de bovinos criados a pasto.

### 3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte e Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA – Campus de Parauapebas e aprovado pelo comitê de ética do uso de animais CEUA da UFRA sob o número 020/2016 (CEUA).

#### 3.2.1 Animais, tratamentos experimentais e dietas

Foram utilizados 28 animais Nelore, inteiros, com idade média inicial de 14 meses, peso vivo médio inicial de  $327 \pm 4,22$  kg. O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial (2x2), sendo os fatores: (i) duas estratégias de suplementação durante o período seco (mineral ou concentrada) e (ii) duas estratégias de suplementação durante o período chuvoso (mineral ou concentrada). Os quais geram quatro tratamentos, sendo eles:

1. SMs + SMs = Suplementação mineral durante o período seco e chuvoso (durante os 273 dias de experimento),
2. SMs + SCc = Suplementação mineral = durante o período seco (112 primeiros dias) + suplementação com concentrado = durante o período chuvoso (161 dias finais),
3. SCs + SMc = Suplementação com concentrado = durante o período seco (112 primeiros dias) + suplementação mineral = durante o período chuvoso (161 dias finais),
4. SCs + SCs = Suplementação com concentrado = durante o período seco e chuvoso (durante os 273 dias de experimento).

A área experimental foi constituída de nove piquetes de um hectare cada, formados de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com livre acesso a bebedouros e cochos cobertos com tamanho de 33 cm lineares por

cabeça. O método de pastejo utilizado foi o intermitente com ciclos de pastejo de 60 dias durante o período seco (20 de ocupação e 40 dias de descanso) e 35 dias (15 de ocupação e 20 dias de descanso) durante o período chuvoso. Foram realizadas duas adubações de manutenção em todos os piquetes no final do período chuvoso que antecedeu o período seco experimental e no início do período chuvoso do experimento, utilizando 100 kg de uréia (45% de N) por piquete. Os dados meteorológicos registrados durante o período experimental, coletados na estação meteorológica da UFRA, Campus de Parauapebas. O período experimental foi de 293 dias, sendo 20 dias destinado a adaptação dos animais aos piquetes e as dietas experimentais. A primeira parte do período experimental foi desenvolvida durante o período seco (29/06 a 19/10/2016), sendo a segunda realizada durante o período chuvoso (20/10/2016 a 29/03/2017). Os suplementos foram compostos por farelo de soja, milho grão triturado, mistura uréia:sulfato de amônia (9:1) e mistura mineral (Tabela 6). Os suplementos, exceto o mineral (60 g/animal) foram oferecidos nas quantidades de 0,8% do peso vivo dos animais. A composição do concentrado foi elaborada de acordo com as exigências em proteína bruta para proporcionar ganho médio diário de 1 kg, considerando 8,68 de PB da pastagem para o período seco e 11,28 de PB para o período chuvoso, seguindo recomendações de BR Corte (Valadares et al., 2016). Os suplementos referentes a cada tratamento foram fornecidos diariamente as 10h00, em comedouro localizado em cada piquete, sendo o acesso ao cocho em conjunto em ambos os lados, a fim de permitir acesso simultâneo dos animais.

### 3.2.2 Coleta de dados

Foi realizada coleta de dados com o levantamento de custos fixos e variáveis que foram retirados da ANUALPEC 2015 e foram associados aos diferentes tipos de planos nutricionais, sendo estes de natureza fixa, como custos de manutenção de pastagem e custos variáveis representados pelos custos que variam de acordo com o aumento da produção do bem a ser comercializado, tais como os custos referentes a sanidade animal. O custo com alimentação e aquisição de animais foi retirado da plataforma de cotações Scott Consultoria, referente ao mês de outubro de 2017. Para tanto, não foram levados em consideração o custo de aquisição da propriedade. Para simulação, tabulação e análise dos dados foi utilizado o software Microsoft Excel® (Microsoft, Redmond, WA).

### 3.2.3 Análise de dados

Foi estabelecida a idealização de implantação de um sistema de produção para a terminação a pasto em 100ha com taxa de lotação de 2,4UA/ha/ano por plano nutricional, pelo mesmo período o qual foi realizado o experimento.

Para realizar as análises bioeconômicas, foram analisados os indicadores de tamanho, os indicadores de desempenho (Tabela 9) referente ao artigo de Diniz 2017 e os indicadores econômicos dos diferentes planos nutricionais utilizando-se planilhas do Programa Excel®.

Os indicadores de tamanho analisados foram: compra e venda anual de animais (cabeças), área total de pastagem (ha), quantidade de arrobas (@) vendida no ano, mão-de-obra total (dias-homem/ano), fornecimento de concentrado para o rebanho (kg/ano), capital total investido (R\$): animais, benfeitorias e pastagem. A partir desses parâmetros, foram determinados todos os custos, as receitas e as margens de lucro. Os coeficientes técnicos utilizados, de materiais para investimento em instalações, mão de obra (Tabela 7) foram retirados do Anualpec (2015). Os custos com alimentação, os preços de compra e venda dos animais foram considerados valores reais médios do estado do Mato Grosso no mês de outubro (Scott Consultoria, 2017). O total de sal mineral fornecido foi calculado multiplicando-se a lotação média pelo consumo estimado de 0,100 kg/animal/dia e pelo período total de permanência dos animais na pastagem. As quantidades de suplemento foram calculadas utilizando-se a carga animal média multiplicada pelo consumo determinado e pelo período total de fornecimento da ração.

Os indicadores analisados foram calculados em R\$/ano e referem-se à renda bruta da atividade (RBA) pecuária equivalente à venda de animais, ao preço da arroba do boi gordo equivalente ao valor unitário da @ recebida, ao custo operacional efetivo da atividade pecuária (COE), incluindo os gastos com mão-de-obra contratada, ingrediente da dieta, manutenção de forrageiras e suplementação mineral, sanidade, reparos em benfeitorias, compra de machos e outras despesas de custeio, e outros (Tabela 8).

Os dados coletados, citados anteriormente, foram utilizados para realizar uma comparação levando em consideração o critério econômico-financeiro a fim de saber qual a melhor opção a produtores rurais, sendo feito por meio de projeções de fluxo de caixa e cálculo de alguns indicadores para determinar qual das dietas possui melhor retorno econômico (Tabela 8).

Foi utilizada a classificação dos custos sendo feita conforme a proposta do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo (IEA-SP), descrito por Matsunaga (1976). Essa classificação permite melhor

caracterização do perfil econômico da atividade, bem como possibilita tomada de decisões mais acertadas do que o método de classificação tradicional. Segundo essa classificação, têm-se os seguintes itens de custo e receitas (Tabela 8).

Foram utilizados indicadores comparativos descritos em Santana (2005) como os mais utilizados em projetos de agronegócio sendo eles o VPL, TIR e Índice Benefício-Custo, PAYBACK e Ponto de Equilíbrio, através das seguintes fórmulas:

- a) Valor presente líquido (VPL): define o montante de recursos financeiros obtidos ao final do horizonte do projeto.

$$VPL = FC0 + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FCn}{(1+i)^n}$$

Onde: (VPL = Valor presente líquido, FC0 = Ano zero de investimento, FC1 = Ano 1 de investimento, n = Múltiplos indefinido de um fator, i = Taxa)

- b) Taxa interna de retorno (TIR): determina a taxa de juros ou taxa de desconto máximo que o projeto suportaria pagar, sendo calculada de acordo com a estrutura de fluxo de caixa.

$$TIR = \left( \frac{L.L}{I} - 1 \right) \times 100$$

Onde: (TIR = Taxa Interna de Retorno, L.L = Lucro Líquido, I = Capital Inicial)

- c) Índice benefício custo (IBC): demonstra quanto se tem de retorno em valores absolutos para cada unidade monetária investida no projeto, ou seja, quanto houve de retorno para cada R\$1,00 alocado na produção.

$$IBC = \frac{\sum [CF_j] / (1+i)^j}{CF_0}$$

Onde: (IBC = Índice Benefício/Custo,  $\sum$  = Somatória, CFj = Fluxo de Caixa, CF0 = Ano 0 de investimento)

- d) Payback (PB): determina o período exato do retorno do investimento em que o empreendedor terá seu capital retornado pela atividade desenvolvida (Gonçalves 2009).

$$PB = T \text{ quando } \sum_{l=0}^T CF_T = I_0$$

Onde: (PB = Payback,  $\sum$  = Somatória, Tquando = Horizonte do projeto, CFt = Fluxo de Caixa total, I0 = Investimento inicial)

e) Ponto de Equilíbrio (PE): define-se como o montante de vendas que a empresa precisa obter para cobrir os custos fixos e variáveis, gerando resultado nulo (Iudícibus & Marion, 2000).

$$Q = \frac{CF}{(P - CVme)}$$

Onde: (Q = Quantidade produzida, CF = Custo fixo, P = Preço, CVme = Custo Variável médio)

Os indicadores acima mencionados foram calculados, levando em consideração uma simulação de um rebanho de 240 animais, uma área de pastagem de 100 ha, com taxas de financiamento de crédito rural disponíveis na região (FNO Rural e bancos privados) além de uma vida útil de pastagem de 15 anos.

### 3.3 Resultados e discussão

A participação percentual de componentes do COE, como sanidade, mão-de-obra, manutenção de pastagens, manutenção de benfeitorias, reposição de animais (Tabela 10), diminuiu conforme o aumento da intensificação dos planos nutricionais, no entanto, o item de maior representatividade no custo operacional em um sistema de produção de terminação é a reposição de animais, que pode ser constatado no presente estudo no qual este foi o mais representativo para todos os planos nutricionais utilizados (Lopes et al. 2013). A suplementação teve grande participação na composição dos COE nas estratégias de suplementação que se utilizou suplementação concentrada nos período seco e chuvoso (SCs+SCc) e suplementação mineral no período seco e concentrada no período chuvoso (SMs+SCc), representando 22,04 e 15,06% do valor total desta variável, respectivamente (Tabela 10). Tais resultados demonstram que os componentes do custo estão variando de acordo com o nível de intensificação dos planos nutricionais, o qual ocorreu em função do maior nível nutricional utilizado, pois quando se compara o plano que utiliza suplementação mineral no período seco e chuvoso (SMs+SMc) com o plano que utiliza suplementação concentrada no mesmo período (SCs+SCc), percebe-se que o maior componente de composição dos custos deixa de ser custos com depreciação, com manutenção e passa a ser custos com nutrição (ABIEC, 2016). Uma alternativa para redução desses custos com alimentação para melhorar a rentabilidade do sistema seria através do uso de plano nutricional com suplementação mineral no período seco e suplementação com concentrado no período chuvoso o qual pode proporcionar ganho compensatório (Ashfield et al. 2014), neste estudo verificou-se que tal plano nutricional teve menor COE, que o plano que utiliza suplementação concentrada nos dois períodos, possibilitando redução de custos.

Além disso, o plano nutricional com suplementação mineral no período seco e suplementação concentrada no período chuvoso (SMs+SCc) possibilitou margem bruta positiva (RB>COE) e maior 39,98% em

comparação com a menor margem bruta encontrada que foi do plano nutricional com suplementação concentrada no período seco e suplementação mineral no período chuvoso (SCs+SMc), indicando assim menor desembolso para o sistema de produção quando utilizado o plano nutricional com suplementação mineral no período seco e suplementação concentrada no período chuvoso (SMs+SCc). Os demais planos também obtiveram MB positiva, indicando remuneração dos gastos de custeio ao menos em curto prazo, fazendo com que o produtor permaneça na atividade. A margem bruta inferior em 39,98% e 36,17%, respectivamente, dos planos nutricionais que utilizaram suplementação concentrada no período seco mais mineral no período chuvoso (SCs+SMc) e suplementação mineral no período seco e chuvoso (SMs+SMc) em comparação ao plano que utilizou suplementação mineral no período seco e concentrada no período chuvoso (SMs+SCc), pode ser explicada através da renda bruta obtida com a venda dos animais (Tabela 11), após os 273 dias, esses resultados inferiores ocorreram devido a menor produção de peso vivo e em carcaça, consequência do baixo ganho de peso diário, que ocasionou em menor quantidade de @ produzida, não sendo atingida as 17@ preconizadas, o qual gerou penalidades pelo frigorífico que desconta 0,92% do valor normal da @, ao preço R\$ 134,00 a arroba (Scott consultoria, 2017) para animais que atingiram 17 arrobas.

A Margem Líquida também foi positiva para todos os planos nutricionais utilizados, indicando estabilidade e expansão do empreendimento, mas obteve resultados mais elevados para o plano nutricional que utilizou suplementação mineral no período seco e suplementação concentrada no período chuvoso (SMs+SCc) indicando que neste sistema de produção o capital imobilizado está sendo utilizado de maneira mais adequada pois está tendo melhor retorno econômico sobre o investimento.

O lucro anual total verificado viabiliza economicamente a manutenção dos animais e o investimento em infraestrutura rural e suplementação concentrada, principalmente no período chuvoso (Tabela 11), o qual o plano com suplementação mineral no período seco seguido de suplementação concentrada no período chuvoso (SMs+SCc) obteve lucro superior em 62,82%, do plano nutricional que utiliza sal mineral no período seco e chuvoso (SMs+SMc) e 67,70% do plano nutricional que utiliza suplementação concentrada no período seco e suplementação mineral no período chuvoso (SCs+SMc).

Na comparação dos indicadores econômicos dos quatro planos nutricionais, constatou-se que todos os planos nutricionais são viáveis, mas o plano nutricional que utilizou suplementação mineral no período seco seguido de suplementação concentrada no período chuvoso (SMs+SCc) apresentou o melhor desempenho

econômico (Tabela 12) demonstrando rentabilidade do sistema maiores ganhos ao produtor rural. O Valor Presente Líquido indicou que ao final da vida útil (15 anos) o plano nutricional terá retornado o valor de R\$ 662,311,93. O Índice Benefício Custo de R\$ 2,88 indica que para cada R\$1,00 investido no projeto o mesmo retornará R\$1,88 líquido por unidade de capital investida. A Taxa Interna de Retorno indica um elevado retorno da produção, pois a mesma sendo igual a 27,95% expõe que o projeto suporta até este valor de taxa de desconto para financiamentos e como as taxas de crédito rural são bem mais baixas isso demonstra uma elevada capacidade de pagar juros bancários e ainda gerar retorno. Quanto ao payback e Ponto de equilíbrio também apresentaram melhores resultados, possuindo um prazo de retorno de investimento de 3 anos e 5 meses e uma quantidade em @ igual a 1.469, para que receitas e despesas sejam iguais, além de uma Margem de contribuição unitária de R\$ 1,88.

### **3.4. Conclusão**

Todos os planos nutricionais para bovinos criados em pastagens tropicais que foram utilizados, demonstraram ser economicamente viáveis. Porém, entre as estratégias de suplementação utilizadas, o perfil de composição dos custos, receitas e indicadores econômicos do plano nutricional com suplementação mineral no período seco e suplementação concentrada no período chuvoso SMs+SCc foi diferenciado dos demais, sendo a mais competitiva em termos de lucratividade do negócio, pois possibilita melhor retorno econômico sobre o investimento.

### **REFERÊNCIAS**

- ABIEC, 2016. Perfil da pecuária no Brasil: Relatório anual 2016. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne.
- Almeida, AM, Nanni, P, Ferreira, AM, Fortes, C, Grossmann, J, Bessa, RJ, e Costa, P, 2017. The longissimus thoracis muscle proteome in Alentejana bulls as affected by growth path. *Journal of proteomics*, 152, 206-215.
- ANUALPEC, Anuário da pecuária brasileira, 2016. Disponível em: <http://www.informafnpstore.com.br/anualpec-2015-pr-180-349650.htm> Acessado: 10/10/2017
- Ashfield, A, Wallace, M, McGee, M, e Crosson, P, 2014. Bioeconomic modelling of compensatory growth for grass-based dairy calf-to-beef production systems. *The Journal of Agricultural Science*, 152, 805-816.
- Barbero, RP, Malheiros, EB, Nave, RL, Mulliniks, JT, Delevatti, LM, Koscheck, JF, Romanzini, EP, Ferrari, AC, Renesto, DM, Berchielli, TT, Ruggieri, AC, e Ruggieri, AC, 2017. Influence of post-weaning management

- system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. *Agricultural Systems*, 153, 23-31.
- FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> (2016). Acessado: 10/10/2017.
- Figueiredo, DM, Oliveira, AS, Sales, MFL, Paulino, MF, Vale, SMLR, 2007. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36, 1443-1453.
- Gonçalves, A. 2009. Engenharia econômica e finanças. São Paulo, Campus.
- Guimarães, LA, de Nardi Junior, G, & Oliveira, PA, 2017. Análise e viabilidade econômica em um sistema de confinamento para a terminação de gado de corte anelorado. *Tekhne e Logos*, 8, 42-52.
- Iudícibus, S. de, Marion, J. C. Curso de contabilidade para não contadores. 3. ed. São Paulo:Atlas, 2000.
- Lopes, MA, Ribeiro, ADB, Nogueira, TM, Demeu, AA, e Barbosa, FA, 2013. Análise econômica da terminação de bovinos de corte em confinamentos no estado de Minas Gerais: estudo de caso. *Revista Ceres*, 60.
- Matsunaga, MB, & Toledo, PF. (1976). Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA [Brasil]. *Agricultura em São Paulo (Brasil)*. 23, 123-139.
- Pereira Junior, WA, Paulino, MF, Zervoudakis, JT, Paulino, PVR, Marques, RPS, José Neto, A, França, D e Zervoudakis, LKH, (2016). Performance and economic viability of protein supplementation for grazing cattle steers in the wet and dry-wet transition season. *Semina: Ciências Agrárias*, 37.
- Roth, MTP, Resende, FD, Oliveira, IM, Fernandes, RM, Custódio, L, e Siqueira, GR. 2017. Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle? *Livestock Science*, 204, 122-128.
- Sampaio, RL, de Resende, FD, Reis, RA, de Oliveira, IM, Custódio, L., Fernandes, RM, e Siqueira, GR .2017. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Tropical Animal Health and Production*, 49, 1015-1024.
- Santana, AC. Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local. Belém, GTZ, TUD, UFRA, 2005.
- Scott Consultoria, 2017. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/cotacoes/>
- Silva, LH, Paulino, PV, Assis, GJ, Assis, DE, Estrada, MM, Silva, MC, Silva, JC, Martins, TS, Valadares Filho, SC, Paulino, MF. & Chizzotti, ML, 2017. Effect of post-weaning growth rate on carcass traits and meat quality of Nellore cattle. *Meat science*, 123, 192-197.

**Tabela 6** - Dieta experimental e composição dos nutrientes analisados, com base da MS seca.

Ingredientes	Período seco		<i>B. brizantha</i>	Período chuvoso		<i>B. brizantha</i>
	(%MS)		cv.	(%MS)		cv.
	Mineral	Concentrado	Marandu1	Mineral	Concentrado	Marandu2
Milho	-	76,68	-	-	81,79	-
Farejo de soja	-	17,04	-	-	12,84	-
Sal mineral	100	3,52	-	100	3,58	-
Uréia	-	2,75	-	-	1,79	-
Nutrientes (%MS)						
Matéria seca	99	89,96	88,82	99	88,46	90,67
Matéria orgânica	0	92,32	88,81	0	94,51	90,86
Matéria mineral	100	7,68	11,19	100	5,49	9,14
Proteína bruta	-	22,86	8,68	-	19,10	11,28
Extrato Etéreo	-	2,99	1,68	-	4,55	2,17
FDN <sup>1</sup>	-	15,21	58,8	-	15,77	67,81
FDA <sup>2</sup>	-	6,98	36,81	-	5,29	39,26
Lignina	-	1,68	4,64	-	0,82	2,81
FDNi <sup>3</sup>	-	2,32	18,97	-	1,15	20,58
CNF <sup>4</sup>	-	51,27	19,65	-	55,10	9,59

<sup>1</sup> Fibra em detergente neutro, <sup>2</sup> Fibra em detergente ácido, <sup>3</sup> Fibra em detergente neutro insolúvel <sup>4</sup>Carboidratos não fibrosos.

**Tabela 7.** Coeficientes técnicos utilizados na composição dos custos de produção das estratégias de suplementação (R\$).

	Valor Unitário (Cabeça/ano)	Valor Total (Ano)
Sanidade (R\$/ano)	R\$13,50	R\$3.240,00
Manutenção de pastagem (R\$/ha/ano)	R\$20,83	R\$5.000,00
Manutenção de benfeitorias (R\$/ano)	R\$12,50	R\$3.000,00
Outros (R\$/ano)	R\$8,33	R\$2.000,00

Fonte: ANUALPEC, 2015.

**Tabela 8.** Indicadores econômicos utilizados para análises dos planos nutricionais para bovinos criados sob pastejo.

Indicador Econômico	Base de cálculo
Custo Operacional Efetivo – COE	Custo operacional efetivo da atividade (gastos com mão-de-obra, ingredientes, manutenção de pastagens e benfeitorias, sanidade, compra de machos
Custo Operacional Total – COT	COE + depreciação benfeitorias
Renda bruta da atividade – RBA	Venda de animais (ao preço da arroba do boi gordo equivalente ao valor unitário da @ recebida)
Margem Bruta – MB	RBA-COE
Margem Líquida	MB- Depreciação benfeitorias
Lucro Total	Custo Total – RBA
Valor presente líquido – VPL	Montante de recursos financeiros obtidos ao final do horizonte do projeto.
Taxa interna de retorno	Taxa de juros máximo que o projeto suportaria pagar, sendo calculada de acordo com a estrutura de fluxo de caixa.
Índice benefício custo (IBC)	Retorno em valores absolutos para cada unidade monetária investida no projeto (cada R\$1,00 alocado na produção).
Payback (PB)	Período exato do retorno do investimento.
Ponto de equilíbrio (PE)	Montante de vendas que precisa obter para cobrir os custos fixos e variáveis, gerando resultado nulo.
Margem de contribuição unitária	Valor unitário que se possui após o pagamento de todos os custos por cada unidade produzida.

Fonte: Elaborada conforme os autores: Matsunaga, 1976; Iudicius e Marion, 2000; Santana, 2005, Gonçalves 2009.

**Tabela 9.** Indicadores de desempenho de bovinos criados sob pastejo submetidos a diferentes planos nutricionais.

Variáveis, Kg	SMs <sup>1</sup>		SCs <sup>2</sup>	
	SMc <sup>3</sup>	SCc <sup>4</sup>	SMc	SCc
Peso vivo Inicial	326,10	329,70	331,00	324,80
Peso vivo Final	434,10	496,90	478,30	529,60
Ganho médio diário	0,389	0,619	0,551	0,739
Ganho de peso Total	106,20	169,00	150,40	201,60
Peso da carcaça	232,78	263,13	249,28	277,28

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso

Fonte: Adaptado de Diniz, 2017.

**Tabela 10.** Componentes do custo operacional efetivo (COE) utilizados na composição dos custos totais de produção dos planos nutricionais, em percentual do COE (% COE) ao ano.

	SMs				SCc			
	SMc		SCc		SMc		SCc	
	% COE	R\$ Custos	% COE	R\$ Custos	% COE	R\$ Custos	% COE	R\$ Custos
Sanidade	0,86	3.240,00	0,75	3.240,00	0,79	3.240,00	0,69	3.240,00
Mão-de-obra	4,80	18.000,00	4,16	18.000,00	4,38	18.000,00	3,82	18.000,00
Manutenção de pastagem	1,33	5.000,00	1,16	5.000,00	1,22	5.000,00	1,06	5.000,00
Manutenção de benfeitorias	0,80	3.000,00	0,69	3.000,00	0,73	3.000,00	0,64	3.000,00
Reposição de animais	89,62	336.000,00	77,73	336.000,00	81,72	336.000,00	71,33	336.000,00
Suplementação	2,04	7.665,84	15,05	65.052,76	10,68	43.914,82	22,04	103.828,59
Outros	0,53	2.000,00	0,46	2.000,00	0,49	2.000,00	0,42	2.000,00
<b>Total COE</b>	<b>100,00</b>	<b>374.905,84</b>	<b>100,00</b>	<b>432.292,76</b>	<b>100,00</b>	<b>411.154,82</b>	<b>100,00</b>	<b>471.068,59</b>

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso

**Tabela 11.** Simulação de renda bruta (RB), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total (CT), margem bruta (MB), margem líquida (ML), lucro, total por ano.

RS/ANO	SMs		SCs	
	SMc	SCc	SMc	SCc
Renda Bruta (RB)	459.153,89	564.279,36	491.699,81	594.488,32
Custo Operacional Efetivo (COE)	374.905,84	432.292,76	411.154,82	471.068,59
Custo operacional Total (COT)	380.905,84	438.292,76	417.154,82	477.068,59
Custo Total (CT)	430.905,84	488.292,76	467.154,82	527.068,59
Margem Bruta (MB)	84.248,05	131.986,60	80.544,99	123.419,73
Margem Líquida (ML)	78.248,05	125.986,60	74.544,99	117.419,73
Lucro	28.248,05	75.986,60	24.544,99	67.419,73

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso

**Tabela 12.** Comparação dos indicadores de viabilidade econômica dos planos nutricionais para bovinos criados sob pastejo

Indicadores Econômicos	SMs		SCs	
	SMc	SCc	SMc	SCc
Valor presente líquido, R\$	R\$218.582,88	R\$662.311,93	R\$184.162,96	R\$582.682,99
Índice Benefício/Custo, R\$	R\$1,54	R\$2,64	R\$1,45	R\$2,44
Taxa Interna de Retorno, %	14,16%	27,95%	12,97%	25,61%
Período de Payback, anos	5 anos e 10 m	3 anos e 5 m	6 anos e 3 m	3 anos e 8 m

Ponto de equilíbrio, @	2.174,40	1.468,97	2.456,90	1.668,10
Marg. de contribuição unitária, R\$	R\$1,27	R\$1,88	R\$1,12	R\$1,65

---

<sup>1</sup>SMs: Suplemento mineral no período seco, <sup>2</sup>SCs: Suplemento concentrado no período seco, <sup>3</sup>SMc: Suplemento mineral período chuvoso, <sup>4</sup>SCc: Suplemento concentrado no período chuvoso.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A utilização de suplementação com concentrado durante o período chuvoso proporciona carcaças melhores acabadas, sendo a mesma deposição de gordura que os animais suplementados com concentrado em ambos os períodos. A suplementação com mineral no período seco seguido de suplementação com concentrado no período chuvoso promove carcaça com pH final menor, maior teor de proteína, perdas totais, comprimento de sarcomêro e coloração da carne, além de ser economicamente viável, promovendo melhores receitas e indicadores econômicos, demonstrando ser mais competitiva em termos de lucratividade, pois possibilita melhor retorno econômico sobre o investimento.