



**RECRIA DE BOVINOS SUPLEMENTADOS COM  
FARELO DE MAMONA EM PASTAGENS**

Antônio Carlos Ribeiro Lima II

2015



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RECRIA DE BOVINOS SUPLEMENTADOS COM  
FARELO DE MAMONA EM PASTAGENS**

Autor: Antônio Carlos Ribeiro Lima II  
Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2015

**ANTÔNIO CARLOS RIBEIRO LIMA II**

**RECRIA DE BOVINOS SUPLEMENTADOS COM  
FARELO DE MAMONA EM PASTAGENS**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Coorientadores: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva  
Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Março de 2015

636.08 Lima II, Antônio Carlos Ribeiro

5 Recria de bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagens. /

L696r Antônio Carlos Ribeiro Lima II. - Itapetinga: UESB, 2015.

71f.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira e co-orientação do Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva e Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva.

1. Novilhos mestiços - Farelo de mamona - Suplementação. 2. Bovinos - *Brachiaria brizantha* – Comportamento ingestivo. 3. *Brachiaria brizantha* – Suplementação - Consumo de matéria seca. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Teixeira, Fábio Andrade. III. Silva, Robério Rodrigues. IV. Silva, Fabiano Ferreira da. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Novilhos mestiços - Farelo de mamona - Suplementação
2. Bovinos - *Brachiaria brizantha* – Comportamento ingestivo
3. *Brachiaria brizantha* – Suplementação - Consumo de matéria seca

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** “Recria de Bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagens”.


**Autor (a):** Antonio Carlos Ribeiro Lima II

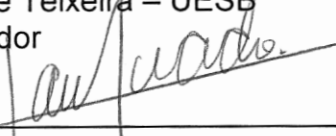
**Orientador (a):** Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado – UEM

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mário Norberto Slomp – UNIGUAÇU

Data de realização: 04 de março de 2015.

“Eu lhes garanto: se vocês tiverem fé,  
e não duvidarem, vocês farão não  
só o que eu fiz com a figueira,  
mas também poderão dizer a esta montanha:  
‘Levante-se, e jogue-se no ar’ e isso acontecerá.  
E tudo que vocês, na oração, pedirem com fé,  
vocês receberão.”

**Mateus 21, 21-22.**

A Deus, pela graça da vida;  
Aos meus pais;  
À minha irmã;  
À minha esposa;  
Ao meu orientador;  
E a toda minha família,

DEDICO!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas maravilhas que todos os dias realiza em minha vida, sem o qual eu nem existiria;

À minha mãe, exemplo de determinação, força de vontade e superação. Minha guerreira, que não poupa esforços para me fazer ir em busca de meus sonhos;

Ao meu pai, motivador e exemplo, sempre buscando o conhecimento. Homem que sempre tem um ensinamento a passar;

À minha esposa, Sílvia Layse, minha amada companheira, que sempre está ao meu lado;

Ao meu amigo e irmão, Carlos Júnior, que, mesmo à distância, sempre busca uma forma de me incentivar a continuar em busca dos meus objetivos, os quais são partilhados com ele;

Ao Orientador, Fábio Andrade Teixeira, por me receber na UESB como orientado e compartilhar de sua experiência;

Ao Coorientador, Robério Rodrigues Silva, por possibilitar a realização deste trabalho, com o qual terei uma eterna dívida pela solidariedade e boa vontade em me ajudar. Obrigado pelos ensinamentos, experiência e amizade compartilhada. Obrigado também pelas “porradas”, que certamente muito me ajudaram;

Ao Coorientador, Fabiano Ferreira da Silva, pela experiência e conhecimentos compartilhados;

Obrigado a toda minha família e também à família de minha esposa, pelo carinho e motivação que nunca faltaram;

Aos professores Ivanor Nunes do Prado e Mário Slomp, por avaliarem este trabalho e fazerem contribuições importantes;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos;

Aos mestres que encontrei na UESB, que representam grande parte na construção dos meus conhecimentos;

À dona Creuza, por ceder a fazenda Princesa do Mateiro para a condução desta pesquisa;



Aos amigos da "Rua dos Pesquisadores": Mateus, Mamá e Peu, pela experiência que adquirimos neste novo rumo de nossa vida. Por nos receberem em Itapetinga e pelas várias reuniões na porta de casa;

Aos amigos que contribuíram na execução desta pesquisa, com força de trabalho, experiência e conhecimento, sobretudo, à equipe BPL: Mateus, Mama, Venícius, Éverton, Tarcísio, João Wilian, Danrlei, Kaique, Marcinha, Malu, Fernando, Frederico, Sivaldo, George, Dani, Jansen, Michele, Fabrício, Túlio, Maxwelder, Leonardo, Joanderson, Estela, Laize, Aroldo, Diego, Jadson, Pedro. Vocês são parte fundamental deste trabalho, serei eternamente grato a todos;

Ao companheiro Manoel Brito, pela boa vontade em ajudar nas viagens à Fazenda Princesa do Mateiro.

Aos amigos da UESB: Gonça, Polyana, Igor, Marcelo, Paula, Gilmar e Alex.

Aos Funcionários da UESB, que muito contribuíram: Adelson, Pelezinho, Tim, Juracyr, Zé do Laboratório, Aroldo, secretárias da PPZ, motoristas;

Agradecimento especial aos colaboradores da Fazenda Princesa do Mateiro, Seu Carlinhos e Seu Nil, por cuidarem tão bem dos animais, e por toda ajuda, sem a qual o sucesso não seria alcançado.

**MUITO OBRIGADO!**

## **BIOGRAFIA**

**ANTÔNIO CARLOS RIBEIRO LIMA II**, filho de Antônio Carlos Ribeiro Lima e Vilma Rodrigues Ribeiro Lima, nasceu em Montes Claros, MG, no dia 12 de março de 1988.

Em dezembro de 2011, concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Federal de Minas Gerais.

Em março de 2013, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de Produção e Nutrição de Ruminantes.

Em 5 de março de 2015, submeteu-se à defesa da presente dissertação.

# SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
I – REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
1. INTRODUÇÃO .....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Consumo, digestibilidade e suplementação em pastagem .....	17
2.2 Comportamento ingestivo.....	21
2.3 Viabilidade econômica da pecuária de corte.....	24
2.4 Biodiesel e coprodutos.....	26
II – OBJETIVOS GERAIS .....	31
III – MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Descrição Experimental.....	32
3.2 Avaliação da forragem e método de pastejo.....	33
3.3 Avaliação química da forragem, suplementos e análises laboratoriais.....	35
3.4 Desempenho Animal.....	37
3.5 Ensaio de Digestibilidade.....	37
3.6 Comportamento Ingestivo.....	39
3.7 Avaliação Econômica.....	41
3.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística .....	42
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Produção e características da forragem .....	43
4.2 Consumo de matéria seca e nutrientes.....	47
4.3 Digestibilidade.....	50
4.4 Desempenho animal.....	51

4.5 Comportamento ingestivo.....	53
4.5.1 Atividades de pastejo, ruminação, ócio e alimentação no cocho, TAT e TMT.....	53
4.5.2 Eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDNcp.....	55
4.5.3 Variáveis dos aspectos do comportamento de pastejo.....	56
4.5.3 Variáveis dos aspectos de ruminação.....	57
4.5.4 Número e tempos dos períodos de pastejo, ócio, ruminação e alimentação no cocho.....	58
4.6 Avaliação econômica.....	59
V – CONCLUSÃO.....	62
VI– REFERÊNCIAS.....	63

## LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Disponibilidade de matéria seca e dos componentes morfológicos da 43  
forragem nos respectivos períodos experimentais

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Proporções dos ingredientes nos suplementos (%) com base na matéria seca (MS) e valor por quilograma do suplemento.....	32
TABELA 2. Composição química das amostras dos suplementos e do pastejo simulado da forragem.....	36
TABELA 3. Valores médios nos períodos experimentais da taxa de lotação (UA/ha), razão lâmina foliar:colmo, taxa de acúmulo diário (kg/ha/dia), disponibilidade média de matéria seca (kg/ha), oferta de forragem em % peso corporal (PC), matéria seca potencialmente digestível em % peso corporal (PC), disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (kg/ha), matéria seca verde em % peso corporal (PC), e matéria seca verde (kg/ha).....	44
TABELA 4. Valores médios nos períodos experimentais da oferta de forragem em % peso corporal (PC), matéria seca potencialmente digestível em % peso corporal (PC) e matéria seca verde em % peso corporal (PC).....	45
TABELA 5. Composição química do pastejo simulado nos períodos com base na matéria seca (MS) .....	46
TABELA 6. Consumo médio diário de nutrientes de novilhos mestiços suplementados com farelo de mamona.....	47
TABELA 7. Coeficiente de digestibilidade da MS, PB, FDNcp, EE, carboidratos não fibrosos, carboidratos totais e matéria orgânica da dieta de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona, com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	50
TABELA 8. Valores médios de peso corporal inicial (PCI, kg), peso corporal final (PCF), ganho médio diário (kg), ganho de peso total (GP), ganho de peso em arrobas (@), conversão (CA) e eficiência alimentar (EA) de novilhos recebendo níveis crescentes de farelo de mamona na dieta.....	52
TABELA 9. Consumos de MS e FDNcp, e tempo despendido nas atividades de pastejo, ócio, ruminação, alimentação no cocho, tempo de alimentação e ruminação total, com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....	54
TABELA 10. Eficiências de alimentação (EA) e ruminação (ER) da matéria	56

seca (MS) e fibra insolúvel em detergente neutro isento de cinzas e proteínas (FDNcp) de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ ).....

- TABELA 11 Variáveis dos aspectos do comportamento de pastejo, número de bocados, tempo de bocados (TemBoc), taxa de bocado (TxBoc), quantidade de bocados por dia e massa do bocado (MassBoc) de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )..... 56
- TABELA 12 Variáveis dos aspectos de ruminação, tempo de ruminação por bolo, mastigação por minuto, número de mastigações por dia (Mastig/dia), bolo ruminados por dia (bolo/dia), número de mastigações por bolo (Mastig/bolo) e matéria seca ruminada por bolo (MS/bolo) de novilhos suplementados com farelo de mamona..... 57
- TABELA 13 Valores médios do número de períodos de pastejo (NPP), ócio (NPO), ruminação (NPR) e cocho (NPC), bem como o tempo de duração (minutos) dos períodos de pastejo (TPP), ócio (TPO), ruminação (TPR) e cocho (TPC) de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )..... 59
- TABELA 14 Preço do suplemento (R\$/kg), custo por animal (R\$/animal), custo por hectare (R\$/ha), receita bruta por animal (RB, R\$/animal), receita líquida por animal (RL, R\$/animal), receita líquida por hectare (RL, R\$/ha), retorno mensal (R\$/R\$), taxa de retorno mensal (TRm, R%) e lucratividade (%) de novilhos suplementados com farelo de mamona..... 61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo
BOC	Bocado
BOL	Bolo
CA	Conversão Alimentar
CaO	Óxido de Cálcio
CFDNcp	Consumo de fibra insolúvel em detergente neutro
CMS	Consumo de matéria seca
CMSs	Consumo de matéria seca do suplemento
CMSt	Consumo de matéria seca total
CNFcp	Carboidratos Não Fibrosos isentos de cinzas e proteína
EA	Eficiência alimentar
EAFDN	Eficiência de alimentação da fibra insolúvel em detergente neutro
EAMS	Eficiência de alimentação da matéria seca
EE	Extrato Etéreo
EF	Excreção fecal
ERFDN	EFiciência de ruminação da fibra insolúvel em detergente neutro
ERMS	Eficiência de ruminação da matéria seca
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FDNcp	Fibra insolúvel em detergente neutro isenta de cinzas e proteína
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível
FM	Farelo de mamona
GMD	Ganho médio diário
GP	Ganho de peso
Ha	Hectare
Kg	Quilograma
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
MassBoc	Massa do bocado
MM	Matéria mineral
MMB	Mastigações merícias por bolo
MMnd	Mastigações merícias em número por dia



MO	Matéria orgânica
MS	Matéria Seca
MSf	Matéria seca de forragem
MSpd	Matéria seca potencialmente digestível
MSs	Matéria seca do suplemento
MSt	Matéria seca total
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NPC	Número de períodos de alimentação no cocho
NPO	Número de períodos de ócio
NPP	Número de períodos de pastejo
NPR	Número de períodos de ruminação
OF	Oferta de forragem
PB	Proteína Bruta
PC	Peso corporal
PCF	Peso corporal final
PCI	Peso corporal inicial
R\$	Reais
R\$/kg	Reais por quilograma
RB	Renda bruta
RL	Renda líquida
TAC	Tempo de alimentação no cocho
TAD	Taxa de acúmulo diário
TAT	Tempo de alimentação total
TBo	Tempo por bolo
TemBoc	Tempo por bocado
TL	Taxa de lotação
TMT	Tempo de mastigação total
TNT	Tecido não tecido
TO	Tempo de ócio
TP	Tempo de pastejo
TPC	Tempo dos períodos de cocho
TPO	Tempo dos períodos de ócio

TPP	Tempo dos períodos de pastejo
TPR	Tempo dos períodos de ruminação
TR	Tempo de ruminação
TRm	Taxa de retorno mensal
TxBoc	Taxa de bocado
UA	Unidade animal

## RESUMO

LIMA II, Antônio Carlos Ribeiro. **Recria de bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagens**. Itapetinga, BA: UESB, 2015. 78 p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

Objetivou-se avaliar nesta pesquisa o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona no suplemento de novilhos recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha*. Foram avaliadas as características de consumo, digestibilidade, desempenho, comportamento e análise econômica. Para isso, 40 novilhos com peso médio inicial de 227,1 kg e 10 meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, foram suplementados ao nível de 0,4% do peso corporal, cujos tratamentos consistiam na substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona nas proporções de 0%, 30%, 60% e 90%. Os novilhos permaneceram numa área de 13 hectares, dividida em 12 piquetes. Os dados foram interpretados pelo programa SAS 9.0, utilizando análise de variância e regressão ao nível de 10%. O consumo de matéria seca total, matéria seca da forragem e fibra insolúvel em detergente neutro não modificaram em função dos tratamentos. O consumo e a digestibilidade do extrato etéreo reduziram linearmente devido à menor concentração desse nutriente no farelo de mamona. Não houve diferença no desempenho dos animais. Os custos por animal e por hectare reduziram à medida que maior proporção de farelo de mamona foi adicionada ao suplemento. Apenas o tempo de alimentação em cocho alterou. O farelo de mamona não compromete o consumo de matéria seca, tão pouco o desempenho animal, e apresenta eficiência técnica e economicamente viável.

**Palavras-chave:** comportamento ingestivo, consumo de matéria seca, farelo de mamona, suplementação.

---

\* Orientador: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB e Coorientadores: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB e Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB.

## ABSTRACT

LIMA II, Antônio Carlos Ribeiro. **Steers supplemented with castor meal in pasture.** Itapetinga, BA: UESB, 2015. 78 p. Dissertation. (Master of Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production) \*

Objective was to evaluate the effect of replacing soybean meal by castor seed meal on recreated grazing steers in *Brachiaria brizantha*. Were evaluated the characteristics of consumption, digestibility, performance, behavior and economic analysis. For this, 40 steers averaging 227.1 kg of weight and 10 months of age, in a completely randomized design, were supplemented to the level of 0.4% of body weight. The treatments consisted of the replacement of soybean meal by castor seed meal in proportions of 0%, 30%, 60% and 90%. The steers remained on 13 hectares divided into 12 paddocks. The data were interpreted in SAS 9.0 program using analysis of variance and regression to the level of 10%. The consumption of total dry matter, dry matter forage and insoluble neutral detergent fiber did not change by the treatments. The consumption and the ether extract digestibility linearly decreased due lower concentration of this nutrient in castor seed meal. There were no differences in animal performance. The cost per animal per hectare reduced as higher proportion of castor seed meal was added to the supplement. Only feeding time at trough changed. Castor meal does not compromise the dry matter intake, so little animal performance and features technically and economically feasible efficiency.

**Keywords:** supplementation, castor meal, dry matter intake, feeding behavior.

---

\* Adviser: Fábio Andrade Teixeira, Dr. UESB and Co-adviser: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB and Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB.

# I – REFERENCIAL TEÓRICO

## 1. INTRODUÇÃO

Por ocupar grande parte da área agrícola do Brasil e representar baixos custos frente a outras fontes alimentares, a pastagem compõe a maior proporção da dieta no sistema de criação dos bovinos.

O sistema de alimentação sustentado na pastagem deve atender em quantidade e qualidade à maior porção de matéria seca e nutrientes requeridos pelos bovinos, corrigindo, porventura, desequilíbrios nutricionais existentes. Uma vez definidas as metas de desempenho, o pasto deve suprir grande proporção e, se possível, totalmente, os nutrientes exigidos, prática esta que é determinada através do manejo da pastagem e de avaliação da composição bromatológica da forragem.

Embora ocupe posição em destaque no cenário mundial, a pecuária brasileira mostra-se ainda ineficiente, uma vez que os índices zootécnicos estão muito aquém de seu potencial, tais como ganho de peso médio diário (GMD), capacidade de suporte e produtividade por hectare. Como consequência, a idade ao abate ou ao primeiro parto é elevada, gerando ciclos de produção longos e, dessa forma, os resultados técnicos e econômicos limitados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Consumo, digestibilidade e suplementação em pastagem

O desempenho animal é definido pela ingestão de alimentos e seu aproveitamento, ou seja, consumo e digestibilidade. Disponibilizar quantidade elevada de forragem com maior proporção de folhas possibilita ao animal selecionar o material que será ingerido com boa concentração de nutrientes para atender aos requisitos nutricionais. O manejo da pastagem é a ferramenta que irá garantir qualidade e quantidade de forragem que o animal necessita, para não ter seu consumo e aproveitamento da forragem comprometidos e o desempenho prejudicado. Detmann et al. (2014a) afirmam que, durante o período seco do ano, as pastagens são de baixa

qualidade, apresentando baixa concentração de proteína bruta (PB) e material altamente lignificado, comprometendo a digestibilidade. Paralelamente a esta informação, Barros et al. (2014), Bicalho et al. (2014) e Cabral et al. (2014) apresentam pastagem com concentração de PB de 3,25%, 4,35%; 5,97%, respectivamente. Todos os valores estão abaixo dos 7% sugeridos por Van Soest (1994), como o mínimo exigido para não comprometer a ação de microrganismos ruminais em digerir o alimento. Dessa forma, a dieta de bovinos em pastejo, nessas condições, deve ser complementada com outros alimentos. Essa prática, denominada suplementação, tem como objetivo fornecer nutrientes em desequilíbrio ou em limitação.

Minson (1990) afirmou que, quando a disponibilidade de MS total está abaixo de 2000 kg de MS/ha, o animal não atinge o consumo máximo; contudo, quando o consumo de MS está acima do valor citado, pode ser limitado por fatores relativos ao animal, tais como controle físico ou fisiológico, sendo influenciado pela qualidade da forragem ingerida.

A oferta de forragem disponível aos animais prediz o desempenho. Neste contexto, Schio et al. (2011) reportam que animais sob baixa oferta de forragem, 5%, apresentam desempenho individual inferior a ofertas maiores, 10 e 20%, com GMD de 0,230; 0,250 e 0,370 kg/dia, respectivamente. Por outro lado, em condições de baixa oferta de forragem, a produtividade por área é mais interessante, desde que a pastagem tenha capacidade de suportar os animais, disponibilizando quantidade satisfatória para não comprometer o consumo, prática esta que será definida pelo manejo da pastagem.

A gestão do uso da forragem contribui para seu uso adequado com o intuito de otimizar o consumo animal. Nesse enfoque, a alta razão folha/colmo pode evidenciar material de melhor degradabilidade, em virtude da menor presença de tecidos estruturais indigeríveis ou de difícil degradação, podendo influenciar na dinâmica e velocidade de degradação da MS pelos microrganismos do rúmen (MELLO et al., 2006). Assim, em pastagens de melhor qualidade nutricional, a utilização de baixos níveis de suplementação seria ideal para a obtenção de bons resultados técnicos e econômicos, uma vez que esta serviria apenas de complemento daquilo em déficit ou desequilíbrio.

Dentro do contexto da nutrição de bovinos em pastejo, sob os aspectos produtivos e econômicos, a otimização da produtividade animal deve agregar, em primeiro plano, a identificação e a suplementação do nutriente em limitação primária (KLOPFENSTEIN, 1996; PRADO & MOREIRA, 2002). Durante o período seco, as

pastagens tropicais decrescem rapidamente em digestibilidade e, particularmente, em conteúdo total de nitrogênio, ocasionando a perda excessiva de produtividade, constituindo o principal fator limitante à produção animal (LENG, 1984), tornando-se o nutriente primário limitante. O consumo de forragem é condicionado por alguns fatores, dentre os quais merecem destaque: o valor nutritivo por sua composição química e digestibilidade; a estrutura do relvado e a disponibilidade de forragem para o animal (GOMIDE & GOMIDE, 2001). Por isso, de acordo com Lusby & Gill (1996), a adição de alimentos proteicos, como o farelo de soja ou o farelo de algodão, eleva o consumo do volumoso, pois o efeito da proteína é no sentido de aumentar a velocidade de digestão da forragem, a fim de permitir a passagem mais rápida pelo rúmen. Esse conceito é muito consolidado na literatura e comprovado cientificamente por diversos pesquisadores que evidenciam a importância da PB para o aproveitamento da dieta basal de bovinos em sistema de pastejo (SAMPAIO et al., 2014; LARAZINI et al., 2009, VALENTE et al., 2014).

Alimentos proteicos adicionados à dieta dos animais apresentam efeito benéfico sobre o ambiente ruminal, ampliando a síntese total de compostos nitrogenados microbianos, a extração de energia a partir dos carboidratos fibrosos oriundos da forragem e o aproveitamento dos substratos energéticos do próprio suplemento, que resulta em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (LAZARINNI et al., 2009; SAMPAIO et al., 2009; DETMANN et al., 2004).

No tocante a este tema, Acedo et al. (2011) observaram consumo médio superior para animais suplementados com fubá de milho e ureia (2,10 vs 1,83 % PC) em relação ao tratamento, cujos animais receberam apenas mistura mineral. Os autores ainda detectaram menor digestibilidade aparente total para animais suplementados com farelo de algodão em relação à mistura de fubá de milho e ureia ou milho e farelo de soja, destacando a limitação nutricional de alguns coprodutos.

No período chuvoso do ano, as pastagens apresentam baixo teor de MS e estão mais aquosas. Por outro lado na estação seca, quando estão no estágio de florescimento, as plantas elevam o teor fibroso e, concomitantemente, reduzem o teor de PB, bem como de outros nutrientes.

Detmann et al. (2014a,b) destacam que os componentes nitrogenados constituem o nutriente em maior deficiência em forragens tropicais, comprometendo a ação de microrganismos que degradam a fibra, ressaltando que, neste período, a suplementação

com compostos nitrogenados deve ser utilizada com intuito de potencializar o consumo de forragem e o aproveitamento da energia basal. Esses autores, por meio de uma revisão de pesquisas com suplementação em pastagens brasileiras, inferem que a digestibilidade dos nutrientes totais é melhor quando se utiliza suplemento com maior concentração proteica em detrimento de maior teor de carboidratos com valores, respectivamente, de 56,6% e 45,5%. Chegando a ser 2,4%, quando somente fontes amiláceas são utilizadas.

Durante o período de maior crescimento, plantas tropicais, na maioria das situações, podem produzir grandes quantidades de MS digestível por área, mesmo apresentando desequilíbrio de nutrientes ao longo do ano (REIS et al., 2002). Esses desequilíbrios necessitam ser corrigidos, sem comprometer o consumo da forragem, não prejudicando o desempenho animal. A suplementação múltipla estratégica fornece nutrientes ajustados à necessidade animal, corrigindo as distorções qualitativas da forragem consumida, constituindo alternativa tecnológica efetiva e importante na otimização dos nutrientes fornecidos pela dieta basal (EUCLIDES & MEDEIROS, 2005). Este conceito é muito importante, uma vez que ele tem como objetivo maximizar o aproveitamento da forragem e complementar aquilo que está em deficiência ou desequilíbrio, servindo como um apoio à pastagem, sobretudo, nos momentos de escassez de chuvas, quando a planta modifica suas características fisiológicas e anatômicas.

Valente et al. (2013), suplementando vacas e bezerros com combinações de alta e baixa proteína/carboidrato, concluem que essa técnica não tem como objetivo principal elevar o desempenho animal pelo uso do suplemento, mas, sim, pela consequente melhoria que este alimento causa ao ambiente ruminal e, com isso, a digestibilidade da dieta basal; no caso, a forragem se eleva.

Diversos autores comprovam a eficiência técnica da suplementação de bovinos em pastejo (CABRAL et al., 2014; VALENTE et al., 2014, HOFFMANN et al., 2014, CARVALHO et al., 2014) com intuito de complementar a dieta corrigindo nutrientes limitantes ou em deficiência, sobretudo PB. Dessa forma, a suplementação proteica cria um ambiente ruminal adequado para melhorar o aproveitamento da dieta basal.

Dependendo do nível de oferta de concentrado utilizado, Mateus et al. (2011) relataram que ocorreram alterações no consumo, na digestibilidade dos nutrientes e nos parâmetros de desempenho. A suplementação múltipla ou proteica eleva o desempenho animal em relação à suplementação mineral. Carvalho et al. (2014) constataram que o



desempenho de novilhos ingerindo 0,5% de suplemento em proporção ao peso corporal (PC) foi incrementando, em média, 91% à deposição de tecidos em relação ao tratamento controle. Mesmo comportamento foi encontrado por Paulino et al. (2002), utilizando suplementos formulados à base de grão de soja inteiro, caroço de algodão e farelo de soja, para novilhos em terminação ao nível de 1% do PC, nos quais os autores encontraram diferenças no desempenho para os animais suplementados.

Em combinações de alta ou baixa concentração de carboidrato e proteína, Valente et al. (2013) não encontraram diferença no CMS para animais suplementados ou não, porém, observaram menor consumo advindo da forragem para animais suplementados com maior concentração de carboidratos. Por sua vez, Baroni et al. (2012) observaram efeito linear crescente no CMS total, em novilhos suplementados com 0,2; 0,4 e 0,6% em proporção ao PC. Da mesma forma, comportou-se a digestibilidade da MS e da FDN.

Contudo, alguns alimentos classificados como coprodutos podem apresentar menor digestibilidade da proteína em decorrência da elevada concentração de fibra (COUTO et al., 2012).

Um dos objetivos básicos de todo sistema de produção de bovinos em pastagem é cobrir as necessidades nutricionais dos animais durante todo o ano, mantendo uma oferta permanente de alimento em quantidade e qualidade suficientes para obter ótima resposta produtiva por parte dos animais, proporcionando desempenho constante e crescimento linear. Todavia, nas condições de pastagem, existem grandes variações na produção e na qualidade da MS, afetando negativamente o desempenho animal e ocasionando alterações no comportamento animal (PARDO et al., 2003).

## **2.2 Comportamento ingestivo**

A avaliação do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo permite conhecer a influência que o ambiente e os alimentos causam no animal. No ecossistema da pastagem, diversos fatores podem interferir no comportamento animal, seja pelo homem, temperatura, relevo e, principalmente, disponibilidade e qualidade da forragem, fornecimento ou não de suplementos no cocho, bem como o nível de suplementação.

Para a eficiente exploração da pastagem, é necessário conhecer as relações existentes na interface planta-animal, o estudo de como as condições de pastejo interferem no comportamento ingestivo dos ruminantes e no seu desempenho, de forma

a identificar condições de manejo adequadas à categoria animal e ao sistema de produção adotado (JOCHIMS et al., 2010).

Os ruminantes, ao ingerirem, mastigam o alimento superficialmente, transportando-o até o rúmen e retículo. Após algum tempo, este alimento retorna à boca para a ruminação, que é uma atividade que permite a redução do tamanho das partículas dos alimentos, favorecendo a degradação e digestão, e melhorando absorção dos nutrientes.

O tempo total de ruminação está diretamente correlacionado ao tamanho de partículas presentes no rúmen e ao teor de fibra do alimento ingerido. O tempo total de ruminação pode variar de 4 até 9 h, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora (MARQUES et al., 2005). Ainda conforme este autor, o tempo em que o animal não está ingerindo alimento ou ruminando é considerado como em outras atividades, denominado, também, ócio.

A medida da taxa de bocados estima com que facilidade o animal apreende a forragem, o que, aliado ao tempo dedicado pelo animal ao processo de pastejo, integra as relações planta x animal, responsáveis por determinada quantidade consumida (TREVISAN et al., 2004).

A massa de bocado é a variável mais importante na determinação do consumo dos animais em pastejo e a mais influenciada pela estrutura do dossel forrageiro, mais especificamente, relacionada com a disponibilidade e acessibilidade de folhas no relvado (HODGSON, 1990).

A ingestão diária de forragem é o produto do tempo gasto pelo animal em pastejo e da taxa de ingestão de forragem, que é expressa como número de bocados por unidade de tempo.

De acordo com Carvalho & Moraes (2005), o animal transmite sinais, via comportamento ingestivo, sobre a disponibilidade e qualidade de seu ambiente pastoril, que, se utilizado para ponderar ações de manejo, pode se tornar uma importante ferramenta de gestão do animal no pasto. O mais importante é a oportunidade do animal selecionar aquilo que irá ingerir, pois o pastejo seletivo permite compensar a baixa qualidade da forragem, consumindo as partes mais nutritivas das plantas, entretanto, o comportamento seletivo promove aumento no tempo total de pastejo (MODESTO et al., 2004).

A intensificação do sistema de produção através do uso de suplementação e os fatores relacionados com as espécies que compõem o pasto – sua estrutura (altura,

densidade e proporção de partes das plantas) e distribuição espacial, aliada à digestibilidade e composição química da forragem, são, entre outros, elementos que impactam de forma determinante o comportamento de pastejo (SOLLENBERGER & BURNS, 2001).

Ao avaliar o comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastagem de capim-braquiária, submetidos à suplementação energética e proteica, Silva et al. (2010) verificaram que os tempos de pastejo, ruminação e ócio sofreram efeito quadrático, e o tempo de cocho, efeito linear crescente. O tempo de ruminação pode também sofrer variação devido ao estágio vegetativo e reprodutivo da planta, com aumento do material senescente e inflorescência, provocando mudanças na composição bromatológica e morfológica. Shultz (1983) percebeu que, durante a época de inverno, os animais passam mais tempo ruminando em relação às épocas de verão, devido à quantidade de fibra e à baixa digestibilidade das forrageiras nesse período. Avaliando o comportamento ingestivo de bezerros em capim *Brachiaria*, Zanine et al. (2006) registraram tempo de ócio diário de 7,34 horas.

Signoretta et al. (2012) avaliaram o efeito da suplementação proteica (34%, 43%, 56% e 66% de PB) e nível de fornecimento de 0,30% do PC, na época das águas, sobre o comportamento ingestivo de novilhas mestiças em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, podendo-se verificar maior tempo em ruminação e menor tempo em ócio nos animais que receberam teores intermediários de proteína.

Biscaino et al. (2001) compararam o tempo diário de pastejo de novilhos em campo natural, recebendo suplementação com farelo de arroz nos níveis 0; 0,5; 1; 1,5 e 2% de seu PC. Foi diagnosticado por esses autores redução no tempo de pastejo dos grupos com suplementação nos níveis 0,5; 1,5 e 2% em relação ao tratamento controle, com valores de 530, 380, 395, 332 minutos/dia, respectivamente, e atribuíram ao efeito substitutivo da suplementação em detrimento do consumo de campo nativo. Por outro lado, Bremm et al. (2004) não observaram diferenças no tempo de pastejo entre novilhas submetidas ou não à suplementação com farelo de trigo.

Patiño Pardo et al. (2003) verificaram efeito quadrático dos níveis de suplementação com sorgo moído (0, 0,75 e 1,5% do PC), promovendo diminuição dos tempos de pastejo, ruminação e caminhada dos novilhos que receberam suplemento em relação aos do grupo sem suplementação.

Silva et al. (2005) avaliaram o uso de níveis crescentes de suplementação (0,25

0,50 0,75 e 1% do PC) e não constataram efeito nos tempos de pastejo e ruminação, entretanto, efeito crescente no tempo de cocho e efeito decrescente no tempo gasto em outras atividades. Do mesmo modo, Valente et al. (2014) não constataram diferença no tempo de pastejo para animais suplementados ou não, embora animais suplementados com elevada concentração de carboidratos reduziram o consumo de forragem, apresentando efeito substitutivo.

Cabral et al. (2011) analisaram o efeito da suplementação proteica sobre as atividades comportamentais diurnas de novilhos inteiros da raça Nelore, na época das águas, tendo como resposta a redução em 1,1h no tempo de pastejo, compensando parte do tempo pelas atividades de ócio e permanência no cocho. Os animais não alteraram o tempo de ruminação, em função da suplementação, e mantiveram a mesma taxa de bocados, em virtude da homogeneidade das características estruturais e químicas do pasto.

O consumo de forragem por animais em pastejo é influenciado por três grupos de fatores: os que afetam o processo de digestão, os que afetam o processo de ingestão e aqueles que afetam as exigências nutricionais e a demanda por nutrientes (BERCHIELLI et al., 2006). A avaliação do comportamento ingestivo de novilhos em pastejo recebendo suplementação é essencial para o manejo adequado desses animais, uma vez que a suplementação com concentrado não deve ser utilizada com o objetivo de substituir o pasto, mas sim complementá-lo.

### **2.3 Viabilidade econômica da pecuária de corte**

A cadeia produtiva de carne no Brasil adaptou-se ao modelo moderno de produção e apresentou avanços significativos nos últimos anos. A utilização de tecnologias como suplementação, adubação, melhoramento genético, tecnologia da informação e capacitação da mão de obra possibilitaram elevar os índices produtivos. Entretanto, quando se compara a taxa de desfrute do rebanho brasileiro, que foi de 19,2 em 2011, à de produtores dos Estados Unidos e Austrália, que obtiveram 38,0% e 30,9% no mesmo ano, percebe-se que o sistema de criação brasileiro, na sua maior parte, ainda é ultrapassado, uma vez que pode elevar a produtividade em função dos recursos disponíveis utilizados aquém de seu potencial, tais como solo, genética animal e alimentos.

A bovinocultura desenvolvida sem considerar os fatores edafoclimáticos pode estender a idade ao abate ou a primeira cria para além dos 30 meses, resultando em taxas de desfrute de 15 a 17% (PAULINO et al., 2004). No sistema de produção a pasto, o grande gargalo na produção de carne é a escassez de forragem e seu baixo aproveitamento pelos ruminantes, devido a mudanças na sua morfofisiologia na época seca. Esses entraves geram nos animais o conhecido efeito sanfona, com ganhos na época das águas e perda de peso na época seca.

Uma estratégia para diminuir o ciclo de produção de animais de corte no país seria a suplementação dos animais durante a fase crítica de produção de forragem, permitindo crescimento linear dos animais, culminando em abates em menor tempo e obtendo-se maior giro de capital. Segundo Figueiredo et al. (2007), usando sistema de suplementação para abate de bovinos aos 18, 24, 30 e 40 meses, o uso da suplementação proporcionou aumento de 37,5; 54,43 e, 69,27% na produção de carne (kg/ha/ano) em relação às estratégias para abate aos 24, 30 e 40 meses, respectivamente. Esses mesmos autores também afirmaram que o alto consumo de suplemento e sua concentração em uma fase de pior conversão alimentar são as causas do desempenho econômico menos satisfatório na estratégia para abate aos 24 meses em relação ao abate aos 30 meses.

O estudo da economicidade da suplementação animal em pastejo se faz muito importante para que as decisões sejam pautadas em dados muito bem interpretados. Neste prisma, Moraes et al. (2012) incluíram ureia em níveis crescentes, 0,0; 1,2; 2,4 e 3,6% da matéria natural de suplemento para consumo de 1,2% do PC, concluindo que, embora o maior nível apresentou menor custo diário, o desempenho animal menor não foi suficiente para colocar este tratamento como de melhor retorno econômico.

Carvalho et al. (2014) detectaram que, ao aumentar a concentração de farelo de soja em suplementos energéticos, múltiplo ou proteico, o custo por quilo se elevava, como consequência do maior preço desta matéria prima em relação aos outros ingredientes da dieta, impactando no custo diário total. Com isso, os autores perceberam que a suplementação não foi economicamente rentável, apesar de tecnicamente positiva. Na avaliação dos autores, embora a suplementação incremente a receita bruta, a margem bruta é prejudicada. Contudo, produtores rurais e pesquisadores que utilizam a suplementação em pastejo devem considerar o poder que essa técnica tem em reduzir o ciclo produtivo, tornando o abate mais precoce e a prática da suplementação economicamente rentável.

Dado o custo superior de ingredientes como o farelo de soja, outros alimentos proteicos devem ser utilizados com o intuito de reduzir o custo de alimentação. Para isso, devem ser testados níveis nos quais a resposta em desempenho e economia se torne equilibrada e rentável ao utilizador da técnica.

## **2.4 Biodiesel e coprodutos**

O biodiesel é um biocombustível oriundo de óleos vegetais ou gorduras animais, que foi recentemente (13 de janeiro de 2005) introduzido na matriz energética brasileira (ANP, 2010). O caráter renovável torna este produto uma fonte importante de energia em longo prazo. O biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele, formando uma mistura. Segundo a ANP (2010), ele pode ser usado em motores de ignição à compressão (diesel) sem necessidade de modificação dos motores. Como se trata de uma energia limpa, não poluente, o seu uso em motor diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do diesel mineral, em uma redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados. A denominação biodiesel pode ser utilizada para qualquer combustível obtido a partir de fonte renovável, de origem animal ou vegetal, que substitua o óleo de petróleo nos motores de ciclo diesel (FELICIANO FILHO & PEREIRA JR., 2007).

O biodiesel é fabricado através de um processo químico chamado transesterificação. A produção e o uso do biodiesel no Brasil propiciam o desenvolvimento de uma fonte energética sustentável sob os aspectos ambiental, econômico e social, e também traz a perspectiva da redução das importações de óleo diesel. Em 2008, o uso do biodiesel evitou a importação de 1,1 bilhões de litros de diesel de petróleo, resultando numa economia de cerca de US\$ 976 milhões, gerando divisas para o país.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2009, de 1,6 bilhões de litros (ANP, 2010). O percentual de adição de biodiesel ao óleo diesel está em contínua elevação; o Governo Federal definiu que o biodiesel fosse obrigatoriamente adicionado ao diesel do petróleo e atualmente a adição é de 7% (ANP, 2014). O Brasil apresenta inúmeras oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel, devido a sua diversidade climática e de ecossistemas. As principais oleaginosas cultiváveis no Brasil, que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel, são soja (*Glycine max*), girassol (*Helianthus*

*annuus*), mamona (*Ricinus communis*), dendê (*Elaeis guineensis*), pinhão-manso (*Jatropha curcas*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), algodão (*Gossypium* spp. L.), amendoim (*Arachis hypogaea*), canola (*Brassica napus*), gergelim (*Sesamum orientale*), babaçu (*Orrbignya speciosa*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*) (SEVERINO, 2005).

A utilização de produtos vegetais na produção de combustíveis propiciou uma nova janela comercial, oriunda dos resíduos da extração dos óleos, denominados coprodutos. A utilização desses coprodutos na alimentação animal é uma opção técnica e, em alguns casos, economicamente viável.

As discussões a respeito do biodiesel tem procurado priorizar oleaginosas que propiciem maior emprego de mão de obra como também a inserção de regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico (PNPB, 2005). A cultura da mamona (*Ricinus Communis* L.) é uma das mais tradicionais no semiárido brasileiro, sendo de relevância econômica e social, com inúmeras aplicações industriais.

Segundo estimativas da CONAB (2015), para a safra 2014/2015, a produção atual de mamona no Brasil é de 61,3 mil toneladas. O estado da Bahia representa 90% desse montante, consequência de ampliação da área cultivada em 70%, chegando a 77,7 mil hectares em 2013.

O programa do governo federal, para uso de oleaginosas no biodiesel, preconizava o uso da mamona. Todavia, esta cultura não atendeu à demanda, e a soja passou a ser usada, representando 95% da matéria prima usada para produzir biodiesel no Brasil. Nesta nova etapa do PNPB – Programa Nacional de Produção de Biodiesel, estímulos de assistência técnica aos pequenos produtores aumentará a produção desta cultura (CONAB, 2015).

A expectativa de crescimento desta cultura cria inúmeras oportunidades para a produção de ruminantes, através da oferta potencial de torta e farelo de mamona, principais coprodutos dessa cultura. A torta da mamona é obtida após extração mecânica do óleo, sendo constituída de, aproximadamente, 13% de óleo (COSTA et al., 2004). O óleo é utilizado na indústria de cosméticos, na indústria automotiva como lubrificante para motores de alta rotação e carburantes de motores a diesel. O farelo de mamona difere da torta pelo método de extração por meio de solventes, o que permite a obtenção de produto com menor teor de óleo (abaixo de 1,5%) e, conseqüentemente, maior teor proteico (EVANGELISTA et al., 2004). Em razão da maior eficiência industrial do processo de extração de óleo com solventes (BALIZA et al., 2004), o farelo de mamona é o principal produto obtido após a extração do óleo.

O farelo de mamona apresenta-se como um alimento concentrado proteico, correspondendo a 80% do teor de PB do farelo de soja, com degradabilidade ruminal efetiva da PB intermediária entre o farelo de soja e o farelo de algodão (MOREIRA et al., 2003). Apesar do potencial de utilização do farelo de mamona na alimentação de ruminantes, como substituto de fontes tradicionais de proteína (farelo de soja e farelo de algodão), o que poderia agregar maior valor e renda à cadeia produtiva, este produto tem sido utilizado em larga escala como fertilizante orgânico controlador de nematoides, devido a limitações relacionadas a sua toxidez e alergenicidade (SEVERINO, 2005).

A toxidez da mamona é causada pela presença de três substâncias: ricina (uma proteína), ricinina (um alcaloide) e CB-1A (um complexo alergênico) (MOSHKIN, 1986; GARDNER et al., 1960).

A ricina é uma proteína encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, não sendo detectada em nenhuma outra parte da planta, como raízes, folhas e caules (BANDEIRA et al., 2004). Apesar da alta toxicidade da semente, o óleo de mamona não é tóxico, pois a ricina não é solúvel em lipídios, permanecendo todo o componente tóxico na torta ou no farelo (GAILLARD & PEPIN, 1999). A toxicidade da ricina é conhecida há mais de um século, mas somente no final da década de 80 é que foi descrito o seu mecanismo de ação (ENDO & TSURUGI, 1988). A ricina se classifica como uma lecitina, componente do grupo das proteínas inativadoras de ribossomos, compostas por duas subunidades de funções biológicas distintas. A subunidade A inativa, específica e irreversivelmente, os ribossomos eucarióticos, impedindo a síntese proteica. Já a subunidade B encontra-se ligada à membrana celular e à subunidade A, e permite a entrada desta por endocitose para o citosol (OLSNES et al., 1974; ENDO & TSURUGI, 1988). Assim, se quebradas as ligações entre as duas subunidades, as partes resultantes não são tóxicas em células eucarióticas (AUDI et al., 2005).

A ricinina é um alcaloide encontrado em todas as partes da planta, podendo ser detectada desde as fases iniciais de desenvolvimento (HOLFELDER et al., 1998). O teor de ricinina varia em função de alguns fatores, tais como: partes da planta, sendo maior nas folhas; características genéticas; estresses ambientais; e teor de ricina nas sementes, sendo negativamente correlacionados (MOSHKIN, 1986). Devido à baixa atividade tóxica e à pequena presença, principalmente nas sementes, a ricinina não se constitui em fator limitante para utilização do farelo de mamona na alimentação de ruminantes (ANANDAN et al., 2005).



A fração alergênica é formada por um complexo de proteínas e polissacarídeos, denominado CB-1A, presente na semente, pólen e partes vegetativas da planta. Para o uso do farelo na alimentação animal, o CB- 1A não representa grande entrave, pois sua alergenicidade só é danosa, quando injetado ou absorvido pelo trato respiratório, o que só acontece se houver exposição a grandes quantidades do produto em ambiente pouco ventilado (BANDEIRA et al., 2004). Todavia, a eliminação da fração alergênica deve ser considerada no processo de eliminação de compostos indesejáveis do farelo de mamona, de forma a garantir a obtenção de um produto seguro ao homem (SEVERINO, 2005).

Dessa forma, pode-se considerar que a ricina é considerada o principal fator limitante para o uso dos coprodutos da extração de óleo de sementes de mamona na alimentação animal (ANANDAN et al., 2005). Porém, considerando-se o intenso e contínuo processo de degradação proteica que ocorre no ambiente ruminal, especula-se que parte ou totalidade da ricina presente no farelo de mamona seja inativada pela microbiota ruminal, o que poderia explicar algumas observações de tolerâncias em animais ruminantes alimentados com dietas contendo farelo de mamona sem tratamento (ALBIN et al., 1969; SANTANA et al., 1971). No entanto, ainda não há comprovações desse comportamento.

A transformação do farelo de mamona em um produto destoxificado, que possa ser usado para alimentação animal, já vem há muito tempo despertando a atenção de diversos pesquisadores no mundo, tendo-se obtido alguns resultados satisfatórios (GARDNER et al., 1960; PERONE et al., 1966), embora alguns passos tecnológicos ainda necessitem ser desenvolvidos para que o produto possa tornar-se operacionalmente e economicamente viável. Na década de 1960, a Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro (SANBRA) desenvolveu processo de detoxificação do farelo de mamona, aplicável em escala industrial, que proporcionou a obtenção de produto considerado seguro para a alimentação animal (MATOS, 1976). A partir de então, algumas pesquisas com alimentação animal foram realizadas no Brasil, obtendo-se resultados satisfatórios com o uso desse produto.

Utilizando 48 novilhos Hereford, Albin et al. (1970) compararam, por 182 dias, três rações concentradas contendo primariamente sorgo grão como fonte de energia e diferentes fontes de nitrogênio: A – farelo de algodão; B – farelo de mamona com baixo teor de ricina; C – farelo de mamona com alto teor de ricina, mais flavolizante artificial. O GMD e o CMS foram maiores para o tratamento com farelo de algodão. A espessura

de gordura na carcaça foi maior no tratamento A em relação ao C. O grau de marmorização da carcaça foi maior no tratamento A. Os coeficientes de digestibilidade aparentes da MS, matéria orgânica, extrato etéreo (EE) e compostos nitrogenados (N), além da retenção de N, não diferiram entre os tratamentos.

A partir da década de 80, não foi mais possível encontrar relatos na literatura consultada sobre pesquisas com o uso da torta ou farelo de mamona para alimentação animal no Brasil. É provável que a torta de mamona detoxificada tenha se tornado pouco competitiva em relação à torta de algodão, que estava disponível em grande quantidade e que tinha custo relativamente menor, por não precisar ser submetida ao processo de detoxificação (SEVERINO, 2005). Nos anos seguintes, a produção brasileira de mamona declinou acentuadamente e a quantidade de torta disponível deixou de ser uma das importantes alternativas para alimentação animal, o que provavelmente deixou de atrair a atenção de pesquisadores, gerando uma falta de informações quanto às características nutricionais relacionadas ao uso deste alimento detoxificado na alimentação de ruminantes.

Recentemente, pesquisas avaliaram o efeito da detoxificação do farelo de mamona por meio de tratamento alcalino ( $\text{Ca(OH)}_2$  ou  $\text{CaO}$ , nas doses de 20, 40 ou 60 g/kg, diluído ou não em água) ou térmico (autoclave com pressão de 1,23 kgf/cm<sup>2</sup> Pou 15 psi a 123° PC, durante 30, 60 ou 90 minutos) (OLIVEIRA, 2008). A eficácia de 100% de detoxificação com  $\text{Ca(OH)}_2$  na dose de 40 g/kg de farelo ou com autoclave em 15 psi, durante 60 minutos, observada por Anandan et al. (2005), não se confirmou neste estudo. Somente os tratamentos com  $\text{Ca(OH)}_2$  ou  $\text{CaO}$ , diluídos em água (1:10), na dose de 60 g/kg de farelo, ou com autoclave (90 minutos), mostraram-se eficazes ( $P < 0,05$ ) em destoxificar a ricina.

## II – OBJETIVOS GERAIS

### 2.5 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa foi identificar o melhor nível de inclusão do farelo de mamona em relação à substituição do farelo de soja na suplementação de bovinos mestiços em regime de pastagens de *Brachiaria brizantha*.

### 2.6 Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho de novilhos mestiços com a inclusão de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja;

Avaliar o comportamento de novilhos mestiços com a inclusão de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja;

Avaliar a digestibilidade e consumo de forragem e concentrado por novilhos mestiços suplementados com a inclusão de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja;

Avaliar os aspectos relacionados com a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja pela inclusão de níveis crescentes de farelo de mamona na suplementação de novilhos mestiços em pastagem.

### III – MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.9 Descrição Experimental

O trabalho de campo foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, município de Ribeirão do Largo, localizado na região sudoeste do estado da Bahia, entre os dias 24/08 a 31/11/2013, do mesmo ano, numa área de 13 hectares, dividida em 12 piquetes de aproximadamente 1,08 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Os 14 dias iniciais foram de adaptação dos animais aos tratamentos, e os demais divididos em três períodos experimentais de 28 dias cada.

Foram utilizados 40 novilhos mestiços holandês-zebu, com peso médio inicial de 227,1 kg  $\pm$  13,84 kg, identificados por meio de brincos plásticos numerados e alocados por meio do delineamento inteiramente casualizado, em quatro lotes com dez animais cada, que receberam suplementação formulada, segundo o NRC (1996), para o consumo de 0,4% do PC, cujo suplemento foi à base de grão de sorgo moído, farelo de soja, farelo de mamona detoxificada, ureia e sal mineral. O farelo de mamona foi previamente detoxificada com a utilização de solução de cal (CaO), aplicada sobre o farelo de mamona em sombra na quantidade de 60 g de cal para cada kg de mamona, com base na matéria natural, sendo que cada kg de cal foi diluído em 10 litros de água, conforme a metodologia de Oliveira et al. (2007). Após a mistura, o material permaneceu em repouso por um período de 12 horas, posteriormente, foram realizadas misturas periódicas para melhorar a aeração e facilitar a secagem do material.

Uma vez realizado o tratamento para detoxificação no farelo de mamona, esta substituiu o farelo de soja nos seguintes níveis: Tratamento 1 (FM00) = 0%; Tratamento 2 (FM30) = 30%; Tratamento 3 (FM60) = 60%; e Tratamento 4 (FM90) = 90% de substituição do farelo de soja no suplemento.

**Tabela 1.** Proporções dos ingredientes nos suplementos (%) com base na matéria seca (MS) e valor por quilograma do suplemento

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	FM00	FM30	FM60	FM90
Sorgo Grão Moído	62%	62%	62%	62%
Soja Farelo	31%	22%	12%	3%
Ureia	4%	4%	4%	4%
Sal Mineral	3%	3%	3%	3%
Mamona Farelo	0%	9%	19%	28%
R\$/kg suplemento	R\$ 0,84	R\$ 0,78	R\$ 0,71	R\$ 0,65

A suplementação foi fornecida diariamente, o mais próximo possível do horário das 10:00 horas, em cochos plásticos, coletivos, com duplo acesso, sem cobertura, com dimensionamento linear de 70 cm por animal. Os piquetes possuíam aguada individual, abastecidos com boia automática. Antes do início do experimento, realizou-se vermifugação com endectocida de longa ação e, sempre que necessário, era realizada o manejo sanitário dos animais.

### **3.10 Avaliação da forragem e método de pastejo**

A forragem foi monitorada a cada 28 dias, para avaliar o valor nutritivo e proporção das partes da planta (colmo, lâmina foliar e material morto). Para estimar a disponibilidade de MS, foram tomadas amostras de forragem dos piquetes no momento da entrada e após a saída dos animais, cortadas rente do solo com um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> (0,50 x 0,50 cm), conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foi adotado o método de pastejo intermitente, com lotação contínua em doze piquetes no total, sendo que foram ocupados quatro piquetes por vez. Quatro piquetes eram ocupados a cada período de 28 dias, para reduzir a influência da variação de biomassa entre os piquetes. Os novilhos permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, eram transferidos para outro, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória, de maneira que todos os tratamentos ficassem ao mesmo tempo em todos os piquetes ocupados no momento.

As amostras colhidas no pasto foram pesadas em balança digital portátil, com precisão de cinco gramas, logo em seguida procedeu-se uma amostra composta do material coletado, dos diferentes extratos e separados manualmente (lâmina foliar, colmo e material morto). Após esse processo, o material foi armazenado em saco plástico e pesado para determinar a proporção de cada componente vegetal da forragem coletada. Estas amostras foram congeladas em freezer à -10° C, para posteriores determinações da composição química. Dessas amostras, determinou-se o percentual de cada componente vegetal através da MS obtida.

Utilizou-se a técnica do triplo emparelhamento (MORAES et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo, com os quatro piquetes que permaneciam vedados por 28 dias, funcionando como gaiolas de exclusão. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor de TAD pelo número de dias do período.

A estimativa da taxa de acúmulo diário de MS (TAD) foi realizada pela equação proposta por Campbell (1966):

$$\text{TADJ} = (\text{Gi} - \text{Fi} - 1)/n$$

Em que: TADj = taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia;

Gi = matéria seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kg MS/ha;

Fi - 1 = matéria seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i - 1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como 450 kg de PC, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{UA/animal} = \text{PC}/450 \text{ kg,}$$

Em que: PC = peso corporal animal, 450 kg = 1 UA.

$$\text{TL} = (\text{Uat})/\text{área}$$

Em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; Uat = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

A estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto foi realizada conforme descrito por Paulino et al. (2006):

$$\text{MSpd} = 0,98 (100 - \% \text{FDN}) + (\% \text{FDN} - \% \text{FDNi})$$

Em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular;

FDN = fibra em detergente neutro;

FDNi = FDN indigestível.

Para cálculo da disponibilidade de MS potencialmente digestível (DMSpd), foi utilizada a equação:

$$\text{DMSpd} = \text{DMS} * \text{MSpd}$$

Em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha;

DMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$OF = \{(BRD + TAD)/PC_{total}\} * 100$$

Em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC/dia;

BRD = biomassa residual total, em kg de MS/ha/dia;

TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia;

PC = peso corporal dos animais, em kg/ha.

### **3.3 Avaliação química da forragem, suplementos e análises laboratoriais**

As amostras dos suplementos, forragem e as fezes foram pré-secadas em estufas de ventilação forçada, à 55°C, durante 72 horas, dentro de sacos de papel identificados. Após a pré-secagem, as amostras foram pesadas, posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de porosidade de 2 mm, reservando-se esta porção para avaliação *in situ* e, em seguida, a 1 mm para as análises de composição química. As análises foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas – LABMESQ - da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB.

As avaliações químicas da forragem foram realizadas em amostras obtidas por simulação do pastejo pela da observação do comportamento de pastejo, identificando-se visualmente o tipo e extrato de material consumido, realizando, assim, uma amostragem simulando o pastejo, conforme Jonhson (1978). Os valores foram encontrados nas amostras compostas, coletadas dos três períodos experimentais, bem como do período de avaliação da digestibilidade dos alimentos.

As avaliações de MS, MM, PB, e EE foram analisadas conforme metodologia estabelecida por AOAC (2000). O teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDNcp), bem como suas correções para cinzas e proteína e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) da forragem e do suplemento, foram obtidas pelo método sequencial estabelecido por Detmann & Valadares Filho (2010). A determinação de

carboidratos totais, obtidos pela equação:  $100 - (\% PB + \% EE + \% CZ)$  (SNIFFEN et al., 1992), ao passo que os carboidratos não fibrosos isento de cinzas e proteína (CNFcp), pela equação:  $CNFcp = 100 - MM - PB - EE - FDNcp$ , adotando a equação  $CNFcp = 100 - MM - EE - FDNcp - (PB - PBU + U)$ , para os suplementos, uma vez que estes continham ureia (DETMANN et al., 2012), em que PBU corresponde a PB oriunda da ureia e U, concentração de ureia. O teor de FDN, isento de cinzas e proteínas, foi realizado segundo recomendações de Mertens (2002). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos através da equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  (SNIFFEN et al., 1992). Para determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada metodologia de Weiss (1999), por meio de cálculo utilizando a FDNcp e os CNF, pela seguinte equação:

$$NDT \% = PBd + FDNcpd + CNFd + 2,25 EEd$$

Em que: PBd = PB digestível; FDNcp = FDNcp digestível; CNFd = CNF digestível; EEd = EE digestível.

**Tabela 2.** Composição química das amostras dos suplementos e do pastejo simulado da forragem

Composição Química	P.S. <i>Brachiaria</i>	Farelo de Mamona	Suplementos			
			FM00	FM30	FM60	FM90
MS (%)	32,79	89,72	81,01	81,08	81,16	81,23
MO (%)	88,62	83,73	90,37	89,50	88,53	87,66
MM (%)	11,38	16,27	2,63	3,50	4,47	5,34
EE (%)	3,12	1,47	4,21	3,63	2,99	2,41
PB (%)	7,65	30,50	30,28	29,04	27,65	26,40
FDNcp (%)	63,17	46,80	48,68	50,46	52,45	54,23
FDNi (%)	25,71	2,61	1,31	3,81	6,58	9,08
FDA (%)	39,46	47,86	10,49	13,16	16,14	18,82
MSpd (%)	73,69	70,74	91,03	88,57	85,53	83,37
<i>Dieta total</i>						
PB (%)			11,32	11,46	11,06	11,06
EE (%)			4,58	4,48	4,36	4,23
FDNcp (%)			58,24	58,27	58,90	59,14
FDNi (%)			20,94	21,42	21,86	22,11
FDA (%)			29,37	29,89	30,29	30,42
NDT <sup>1</sup>			54,44	52,46	51,87	51,36

1: Estimado



### 3.4 Desempenho Animal

Os animais foram pesados no início e final do experimento, e realizou-se também pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para acompanhamento do ganho médio diário (GMD) e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram precedidas por jejum hídrico e alimentar prévio de 12 horas.

O desempenho animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF), dividido pelo período experimental em dias (84 dias).

A conversão alimentar (CA) foi determinada em função do consumo e do desempenho animal, conforme a equação abaixo:

$$CA = (CDMS/GMD)$$

Em que CDMS é o consumo diário de matéria seca em g e GMD é o ganho médio diário em g.

### 3.5 Ensaio de Digestibilidade

Todos os animais do experimento foram submetidos a um ensaio de digestibilidade em pasto, durante o período experimental, por um período de doze dias, sendo os sete primeiros dias destinados à adaptação dos animais e à estabilização do fluxo dos indicadores, conforme descrito por Titgemeyer et al. (2001).

Para estimar a excreção de MS fecal (EF), foi utilizado o indicador externo óxido crômico ( $CrO_3$ ), segundo recomendações de Smith & Reid (1955), em dose única diária (10 g/animal), acondicionado em cartucho de papel fornecidos por via oral, o qual foi aplicado no período da manhã de cada dia, entre 6:30 e 8:00 horas, em curral com tronco coletivo. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (às 16 horas), nono (às 14 horas), décimo (às 12 horas), décimo primeiro (às 10 horas) e décimo segundo (às 8 horas) dias. As fezes foram coletadas diretamente no piquete, após defecação voluntária dos animais, adotando-se o devido cuidado para que proporções de terra e componentes vegetais não contaminassem as amostras de fezes. As amostras de fezes foram armazenadas em freezer a  $-10^{\circ}C$ , para posteriores análises químicas. O cálculo da EF foi realizado tendo como base a razão

entre a quantidade de indicador fornecido e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (QIFo/CIFe) \times 100$$

Em que: QIFo – quantidade de indicador fornecida (g) e CIFe – concentração do indicador nas fezes (%).

Para avaliar a forragem consumida no período de avaliação da digestibilidade dos alimentos, realizou-se amostragens utilizando a técnica de pastejo simulado, conforme Johnson (1978), identificando o tipo de material consumido e coletando uma amostra semelhante ao alimento ingerido.

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSs), foi utilizado 15 g/animal do indicador dióxido de titânio ( $TiO_2$ ), misturados ao suplemento imediatamente no momento do fornecimento no cocho, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico. O consumo foi determinado através da equação:

$$CMSs = (EF \times CIFe)/CIS$$

Em que: CIFe e CIS – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) para determinar a concentração de cromo nas fezes, segundo Williams et al. (1962) e espectrofotômetro para determinação da dosagem de dióxido de titânio.

O consumo voluntário de volumoso foi estimado utilizando-se o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido por incubação ruminal, após 288 horas (DETMANN et al., 2012) de 0,6 g de amostras de forragens e fezes, 1,0 g de concentrados, todos em duplicata, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 ( $100 \text{ g.m}^2$ ) e tamanho de 5 x 5 cm. Foram incubados também dez sacos de TNT sem amostras, identificados e pesados para descontar possíveis alterações no peso do material incubado, advindo de perda ou ganho de peso exclusivamente do saco. Após este processo, o material remanescente da incubação foi lavado em água corrente até remover o máximo possível de líquido ruminal, e submetido à extração com detergente neutro e, assim, o CMS total foi estimado da seguinte forma:

$$\text{CMS total (kg/dia)} = \frac{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] + \text{CMSs}}{\text{CIV}}$$

Em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se o dióxido de titânio, CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg), CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg), IS = quantidade do indicador presente no concentrado e CMSs = consumo de MS do concentrado.

### 3.6 Comportamento Ingestivo

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado visualmente, durante 96 horas ininterruptas, por avaliadores previamente treinados. Estes portavam cronômetros digitais, lanternas para o período noturno, posicionados estrategicamente para visualizar o comportamento dos animais sem, contudo, comprometer as atividades dos mesmos. Foram registradas, em um etograma, as atividades dos animais destinadas à ruminação, pastejo, ócio e cocho, a cada 5 minutos, com o intuito de avaliar o tempo despendido em cada uma destas atividades, segundo metodologia de Silva et al. (2005). O tempo gasto pelos animais na seleção e apreensão da forragem, incluindo os curtos espaços de tempo utilizados no deslocamento para seleção da forragem, foi considerado tempo de pastejo. O tempo de ruminação correspondeu aos processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição. O tempo de alimentação no cocho foi o tempo despendido pelo animal no consumo de suplemento, já o tempo em outras atividades (descanso, consumo de água, interações dentre outros) foram todas as atividades com exceção das citadas acima, correspondendo ao tempo de ócio.

A cada conclusão de 24 horas de avaliação, os animais foram mudados de piquete, sempre na mesma sequência, aguardando 30 minutos a cada 24 horas para estabilização das atividades de comportamento pósprocesso de mudança de piquete, iniciando-se novamente as avaliações e registros no etograma, de forma que, ao final das 96 horas, todos os tratamentos passassem pelos mesmos piquetes nesse período.

Foram colocados dois observadores treinados especificamente para a obtenção do número de mastigações meréricas (MMB) e do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal (TBo), feitas através das observações de três bolos ruminais em dois períodos diferentes do dia (antes e após o fornecimento do suplemento), segundo Burger et al. (2000).

As variáveis número de bolo ruminado por dia (BOL), velocidade de mastigação (VeM), tempo por mastigação merícica (TeM) e mastigações merícicas por dia (MMnd) foram calculadas pelas equações abaixo:  $BOL = RUM / TBo$ , em que:

BOL (número por dia); RUM (segundos/dia) - tempo de ruminação; TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado;  $VeM = MMB / TBo$ , em que: VeM (segundos); MMB - número de mastigações merícicas por bolo; TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado;  $TeM = TBo / MMB$ , em que: TeM (segundos); TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado; MMB - número de mastigações merícicas por bolo;  $MMnd = BOL * MMB$ , em que: MMnd (número por dia); BOL - número de bolos ruminados por dia; MMB - número de mastigações merícicas por bolo.

Durante os mesmos períodos de avaliação do comportamento animal, quando os animais estiveram em atividade de pastejo a mais de 30 minutos, foi registrada a taxa de bocado (TxB) dos animais de cada tratamento, estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (HODGSON, 1982). Para o cálculo da massa de bocado em MS (MaBMSF) e MO (MaBMOF), foi dividido o consumo diário de MS da forragem ou o consumo de MO da forragem pelo total de bocados diários (JAMIESON; HODGSON, 1979).

Mediante os dados de comportamento coletados, foram calculados os tempos de cada atividade comportamental, sendo que os tempos de alimentação e ruminação foram também calculados em função CMS e CFDN em minutos/kg de MS ou minutos/kg FDN.

O tempo de alimentação total (TAT) e de mastigação total (TMT) foi determinado pelas equações abaixo:

$$TAT = \text{tempo de pastejo} + \text{tempo de alimentação no cocho};$$

$$TMT = \text{tempo de pastejo} + \text{tempo de ruminação} + \text{tempo de alimentação no cocho}.$$

Os tempos de alimentação e ruminação ainda foram calculados em função do C MS e CFDN (min/kg MS ou FDN).

A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos.

As variáveis g de MS e FDN, por refeição, foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de períodos de alimentação por dia (em 24 horas). A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g MS/hora e g FDN/hora, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação em 24 horas, respectivamente. As

variáveis g de MS e FDN/bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas).

A taxa de bocado (TxBOC) dos animais de cada tipo de suplementação foi estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (HODGSON, 1982). Para o cálculo da massa de bocado (MasBOC), foi dividido o consumo diário pelo total de bocados diários (JAMIESON & HODGSON, 1979). Os resultados das observações de bocados e deglutição foram registrados em seis ocasiões durante o dia, conforme Baggio et al. (2009), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e usados também para determinar o número de bocados por dia (BOCDIA), que é o produto entre taxa de bocado e tempo de pastejo.

### **3.7 Avaliação Econômica**

Para realizar a avaliação econômica da suplementação com farelo de mamona, foram adotados os seguintes indicadores: custo por animal, custo por hectare, custo por arroba produzida, custo da diária com suplementação. As receitas avaliadas foram receita bruta por animal, receita bruta por hectare, receita líquida por animal e hectare, relação de troca, taxa mensal de retorno da atividade e lucratividade. O custo por animal foi obtido através do consumo individual somente do concentrado, multiplicado pelo preço em R\$/kg e pelos dias dos períodos experimentais. Já o custo por hectare foi definido, dividindo o número total de animais pela área experimental em hectares e multiplicada pelo custo por animal; e o custo por arroba produzida foi obtido em função do custo por animal, dividido pela quantidade de arrobas produzida. O custo da diária por animal representa o valor gasto por animal, dividido pelos dias em que ele permaneceu no sistema. A receita por animal foi determinada pela produção de arrobas no período, multiplicada pelo preço da arroba, obtendo-se o preço por animal e por hectare.

A receita bruta por hectare foi obtida pela equação: receita por animal/número de animais por hectare.

A margem bruta por hectare foi determinada, através da receita bruta por hectare, subtraída pelo custo por hectare.

A relação de troca foi encontrada pela divisão da receita por hectare pelo custo por hectare.

A equação utilizada para determinar a taxa mensal de retorno foi:

((Receita líquida por animal / custo por animal x 100) / período experimental) x 30 dias do mês.

Quanto à lucratividade por hectare, esta foi calculada em função do lucro, representado pela receita líquida por hectare, dividida pela renda bruta por hectare, encontrando o valor em porcentagem.

### **3.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística**

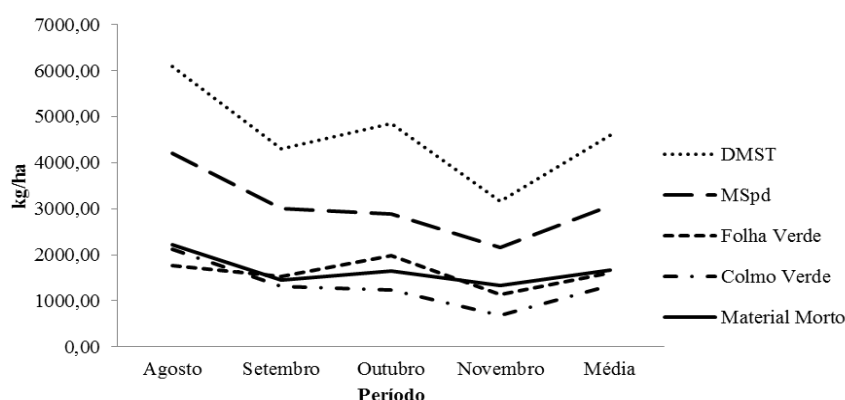
Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o PROC GLM SAS 9.0 (SAS, 2005). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t em nível de 10% de probabilidade, e de determinação ( $r^2$ ), e como o fenômeno biológico estudado.

## IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção e características da forragem

As variáveis, disponibilidade de matéria seca total (DMST) e matéria seca potencialmente disponível (MSpd), decresceram com o decorrer dos períodos experimentais, apresentando valores médios de 4.601 kg/ha e 3065 kg/ha, respectivamente (Figura 1). A MSpd representou 66% da matéria seca ofertada aos animais, em média, disponibilizando estoque satisfatório de energia potencialmente digestível. A avaliação da forragem por meio da MSpd é uma importante ferramenta, uma vez que essa é uma medida que integra aspectos qualitativos e quantitativos da forragem, caracterizando a real capacidade de suporte de uma pastagem e metas de desempenho animal (PAULINO et al., 2008).

**Figura 1.** Disponibilidade de matéria seca e dos componentes morfológicos da forragem nos respectivos períodos experimentais



Os componentes folha e colmo verde, que compõem a matéria seca verde (MSV), representaram 63,5% da forragem total, proporcionalmente superior ao componente material morto. A MSV apresentou acúmulo médio de 2.942 kg/ha, superior ao valor de 1.200 kg/ha de MSV, sugerido por Silva et al. (2009), sendo o valor que pode garantir seleção e ingestão de material vegetal, nutricionalmente mais rico, pelos animais. É importante frisar que a baixa proporção de material morto, 36%, ocasionou boa estrutura da forragem ofertada aos animais e principalmente boa qualidade do material ofertado, já que a maior proporção se caracterizou por folhas e

colmos verdes. Para Cabral et al. (2011b), estes componentes possuem forte correlação com o desempenho animal, por concentrar tecidos vegetais nobres e ricos em nutrientes.

No período experimental, a DMST média foi de 4.602 kg de MS/ha (Tabela 3), superior aos 2000 kg de MS/ha, preconizados por Minson (1990) e NRC (1996) como valor mínimo de DMST, para não limitar o animal de atingir o máximo do consumo de forragem. A disponibilidade de forragem obtida neste experimento é superior à encontrada por Silva et al. (2010), cujo valor foi de 3.655 kg/ha, e próxima à Barros et al. (2011), em que a DMST e MSpd foram de, respectivamente, 4.328 e 2.858 kg/ha.

Uma vez que a DMST obtida neste trabalho foi acima da recomendada, as limitações de consumo são ocasionadas por fatores relativos ao animal, como controle físico ou fisiológico, variando conforme a qualidade da forragem ingerida. Entretanto, em condições tropicais, Silva et al. (2009), avaliando publicações científicas acerca da suplementação de bovinos em pastejo, no período seco do ano, recomendam para forrageiras tropicais oferta de pelo menos 4500 kg de MS total por hectare, para não comprometer a seletividade da forragem e, portanto, o consumo.

O bom resultado de produção de forragem se deve à taxa de acúmulo diário (TAD) de MS de 48,6 kg MS/dia. Esse valor está em consonância com os resultados de Rodrigues et al. (2011), de 50,5 kg MS/dia, e Silva et al. (2010), 40,8 kg MS/dia, ambos no período seco do ano (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios nos períodos experimentais da taxa de lotação (UA/ha), razão lâmina foliar:colmo, taxa de acúmulo diário (kg/ha/dia), disponibilidade média de matéria seca (kg/ha), disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (kg/ha) e matéria seca verde (kg/ha)

Período	TL (UA/ha)	Razão LF:C	TAD (kg/ha/dia)	DMS (kg/ha)	DMSpd (kg/ha)	MSV (kg/ha)
Agosto	1,55	0,82	42,68	6097,53	4208,09	3882,79
Setembro	1,70	1,09	44,71	4300,92	3009,50	2847,71
Outubro	1,79	1,58	55,97	4854,99	2884,46	3213,78
Novembro	1,93	1,59	51,08	3153,10	2160,21	1822,88
Média	1,74	1,27	48,6	4602	3065	2942

Proporcionalmente ao peso corporal (PC), a oferta de forragem (OF), MSpd e MSV representaram, em média, 6,7%, 4,0% e 3,8%, respectivamente. A oferta de MS total em proporção ao PC apresentou valor inferior ao limiar de 10 a 12%, recomendados por Hodson (1990), como sendo a oferta na qual o CMS de pasto é



máxima. Por sua vez, a MSpd foi de 4,0% PC e, assim, esteve dentro do limite mínimo sugerido por Paulino et al. (2004), de 4,0 a 5,0% PC, como valores médios sugeridos para não comprometer o consumo dos animais e explorar o limite genético dos mesmos, elevando os índices de desempenho animal. Essa inferência destaca a boa qualidade dos componentes vegetais ofertados, uma vez que, em relação à MST, a MSpd representou 66% da mesma. Fato comprovado pelo valor médio da razão lâmina foliar: colmo, de 1,27, ou seja, quando há uma quantidade maior de folha em relação à quantidade de colmo, maior será a MSpd, pois a folha é a parte da planta de maior potencial a ser digerido (Tabela 3).

Os valores de DMST e MSpd, em proporção ao PC, apresentaram-se abaixo dos valores recomendados na literatura, em função da lotação animal estabelecida no período experimental, que foi de 1,74 UA/ha, portanto, superior à média nacional, sobretudo, no que tange ao período seco do ano, que se caracteriza por estiagem de chuvas e limitação dos recursos forrageiros. Isso sugere manejo adequado da pastagem no presente caso, que ocasionou oferta de forragem sem, contudo, limitar o desempenho animal, e associado a uma suplementação adequada, possibilitou manter essa capacidade de suporte animal com oferta da MSpd ajustada ao peso dos animais (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios nos períodos experimentais da oferta de forragem em % peso corporal, matéria seca potencialmente digestível em % peso corporal e matéria seca verde em % peso corporal

Período	OF (%PC)	MSpd (%PC)	MSV (%PC)
Agosto	6,89	6,02	5,56
Setembro	6,35	3,94	3,73
Outubro	7,48	3,58	3,99
Novembro	6,21	2,49	2,10
Média	6,73	4,01	3,84

Os valores médios de PB, FDNcp, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) das amostras de pastejo simulado da forragem foram de 8,6%, 63,8%, 60,6% e 26,0%, respectivamente (Tabela 5).

Nota-se que os valores de PB apresentaram-se abaixo dos 10% preconizados por Sampaio et al. (2009) como valor no qual o substrato FDNi da forragem passa a ser utilizado com maior eficiência. Ainda está próximo do limite mínimo de 1% de nitrogênio dietético exigido (MINSON, 1990) e 7% estabelecido por Van Soest (1994), para o metabolismo adequado dos microrganismos ruminais. Agravando a situação, 60,6% dessa proteína apresentou-se complexada ao FDN (NIDN), justificando o uso de proteína suplementar ao pasto, no sentido de otimizar o aproveitamento da forragem com consequências no desempenho animal. Uma vez que a concentração de NIDN da MS se elevou com o avançar do período seco. Esses valores de PB estão abaixo dos obtidos por Canesin et al. (2007), cujas amostras, por meio de pastejo simulado, mostraram média de 10,3%, enquanto o FDN foi de 55,1%, ou seja, inferior ao encontrado nesta pesquisa. Por outro lado, os valores de PB e FDN neste estudo são mais favoráveis em relação aos de Paulino et al. (2002) e Silva et al. (2010), os quais são, respectivamente, 2,5% e 75,1%, e 6,1% e 84,3%.

**Tabela 5.** Composição química do pastejo simulado nos períodos com base na matéria seca (MS)

Item	Período			Média
	Setembro 1º Período	Outubro 2º Período	Novembro 3º período	
MS <sup>1</sup>	33,7	30,5	35,8	33,3
MO <sup>1</sup>	88,0	90,4	89,9	89,4
MM <sup>1</sup>	12,0	9,6	10,1	10,6
EE <sup>1</sup>	1,9	4,2	4,0	4,2
PB <sup>1</sup>	8,8	8,3	8,9	8,7
FDNcp <sup>1</sup>	62,1	67,1	62,2	63,8
NIDN <sup>1</sup>	44,9	66,4	70,5	60,6
FDNi <sup>1</sup>	24,5	29,8	23,6	26,0
FDA <sup>1</sup>	39,0	45,8	36,2	40,3
Hem <sup>1</sup>	26,2	24,2	28,1	26,2
Cel <sup>1</sup>	11,6	10,5	6,8	9,6
Lig <sup>1</sup>	7,5	8,1	5,0	6,9
CNFcp <sup>1</sup>	15,2	10,8	14,8	13,6
CT <sup>1</sup>	77,3	77,9	77,0	77,4

MSPd <sup>1</sup>	74,9	69,6	75,7	73,4
-------------------	------	------	------	------

<sup>1</sup>: % MS

## 4.2 Consumo de matéria seca e nutrientes

O consumo de matéria seca total (CMST) (kg e % PC), matéria seca do suplemento (CMSS) (kg e % PC), matéria seca da forragem (CMSF) (kg e % PC), PB (CPB), FDNcp (kg e % PC) (C FDNcp), e NDT (CNDT) (kg) não foram influenciados pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, e seus valores se encontram na tabela 6.

O consumo médio diário de matéria seca da forragem ( $MS_{for}$ ) foi de 4,70 kg, que juntamente com o consumo de suplemento ( $MS_{supl}$ ) de 1,02 kg totalizaram um consumo médio total ( $MS_{total}$ ) de 5,72 kg, o que em proporção ao PC representaram 1,83%, 0,39% e 2,22%, respectivamente. Com os valores citados de consumo, pode-se inferir que todo o suplemento fornecido foi consumido pelos animais, independente do tratamento. Os consumos de  $MS_{total}$  e  $MS_{for}$  obtidos nesta pesquisa estão próximos aos valores encontrados por Acedo et al. (2011) 2,10 e 1,93% PC, respectivamente, utilizando fontes proteicas, ureia e farelo de algodão, em substituição ao farelo de soja, numa situação em que a disponibilidade média de MS foi de 6.873 kg/ha.

**Tabela 6.** Consumo médio diário de nutrientes de novilhos mestiços suplementados com farelo de mamona

Variável	Tratamento				CV (%)	Valor P			
	FM 00	FM 30	FM 60	FM 90		L	Q	ER	R <sup>2</sup>
$MS_{total}$ (kg)	5,51	5,88	5,84	5,34	16,98	0,3041	0,3641	$\hat{Y}= 5,72$	-
$MS_{total}$ (%PC)	2,25	2,27	2,19	2,18	22,04	0,6843	0,0070	$\hat{Y}= 2,22$	-
$MS_{supl}$ (kg)	1,02	1,02	1,03	1,00	28,88	0,8940	0,9032	$\hat{Y}= 1,02$	-
$CMS_{supl}$ (%PC)	0,40	0,39	0,38	0,40	28,82	0,9646	0,7958	$\hat{Y}= 0,39$	-
$MS_{for}$ (kg)	4,79	4,86	4,81	4,35	18,44	0,2687	0,3293	$\hat{Y}= 4,70$	-
$MS_{for}$ (% PC)	1,85	1,87	1,81	1,78	23,99	0,6419	0,8728	$\hat{Y}= 1,83$	-
PB (kg)	0,65	0,67	0,65	0,59	16,98	0,1663	0,3045	$\hat{Y}= 0,64$	-
FDNcp (kg)	3,38	3,45	3,44	3,16	17,11	0,4154	0,3569	$\hat{Y}= 3,36$	-
FDNcp (% PC)	1,31	1,33	1,29	1,29	22,28	0,8127	0,9249	$\hat{Y}= 1,30$	-
EE (kg)	0,27	0,26	0,25	0,23	17,06	0,0437	0,3510	1	0,82
NDT (kg)	3,16	3,08	3,04	2,75	17,47	0,09793	0,5240	2	0,83

1: 0,271916-0,000424907x

2: 3,19363-0,00420568x

Diante dos resultados de consumo de  $MS_{for}$ , pode-se inferir que, possivelmente, não ocorreu efeito substitutivo do suplemento em detrimento da forragem, uma vez que o consumo médio de 1,83% do PC está próximo ao obtido em outros estudos (BARROS et al., 2014; CABRAL et al., 2014; VILLELA et al., 2011; SILVA et al., 2010; ACEDO et al., 2011; BARROS et al., 2011), nos quais o animal recebeu como suplemento apenas mistura de sal mineralizado. Contudo, no presente estudo, não foi utilizado um tratamento no qual os animais recebiam apenas suplementação de sal mineral, não sendo possível, dessa forma, afirmar a presença ou ausência de efeitos entre forragem e suplementos, porém, é clara a tendência de não ter havido o efeito negativo de substituição do consumo de forragem pelo suplemento. Os resultados de consumo ainda denotam a ausência de possíveis efeitos que ocorrem na manipulação dos animais durante os ensaios de digestibilidade, já que os valores de consumo obtidos não se aproximaram dos encontrados por Baroni et al. (2012). Esses perceberam redução do consumo atribuída à manipulação para fornecimento oral do indicador de consumo e da coleta fecal em contenção.

O consumo de proteína bruta (CPB) médio entre os tratamentos foi de 0,64 kg por dia. Esses valores permitem inferir que a exigência de PB dos animais contida no BRCorte (VALADARES FILHO et al., 2010) foi atendida pela dieta pasto e suplemento. Chama atenção que, embora os valores de PB dos suplementos decrescessem conforme se elevava o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, não houve diferença para esta variável, diferentemente do que foi encontrado por Barros et al. (2011), substituindo totalmente o farelo de soja pelo farelo de mamona.

A resposta à suplementação para ganho de peso é maior quando a suplementação proporciona CPB maior do que 0,05% do PC, e quando este for maior que 0,10% PC, a resposta é positiva (MOORE et al., 1999). No estudo em questão, a PB representou em média 0,25% do PC dos animais, sendo este um dos motivos pelo desempenho dos animais ter sido superior ao planejado, afetando também o aproveitamento dos nutrientes.

O consumo da fibra insolúvel em detergente neutro isenta de cinzas e proteína (CFDNcp) foi de 3,4 kg e, proporcionalmente ao PC, essa quantidade representou 1,3%. Esse valor foi superior aos reportados por Mertens (1992), que relata que 1,2% do PC seria o limite para a regulação do consumo de ruminantes, evidenciando que esta

afirmativa de Mertens (1992) não pode ser generalizada para situações tropicais, sobretudo, em pastagens de *Brachiaria brizantha* e animais *Bos taurus indicus*. Esta afirmação vai de encontro aos resultados obtidos por Silva et al. (2010), nos quais os consumos de FDN em % PC foram de 1,61, 1,41, 1,11 e 0,98%, respectivamente, em níveis de suplementação de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% do PC, em pastagem de *Brachiaria brizantha* com disponibilidade média de 3655 kg/ha.

Van Soest (1994) afirmou que o teor de FDN do alimento é inversamente relacionado ao consumo. À medida que o farelo de mamona foi incluso nos suplementos, o teor de FDN destes foi elevado de 48,7% para 54,3%, do nível 0 aos 90% de mamona ( $p < 0,10$ ). Todavia, essa elevação do teor de FDN dos suplementos não impactou o CMS, tão pouco de FDN na dieta, independente dos tratamentos (Tabela 6). Conforme a afirmação de Sampaio et al. (2009), quando a PB está acima de 10%, o substrato FDN é utilizado com maior eficiência, e neste estudo, a PB representou 11,2% da dieta. Esse valor está próximo do limite de PB sugerido por Lazzarini et al. (2009) para a otimização do uso da forragem, por isso, não houve diferenças no CFDNcp em função da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona. Mesmo comportamento de CFDNcp foi observado por Diniz et al. (2011), entretanto, numa escala menor, 0,8% PC, uma vez que se tratou de experimento confinado. Destaca-se também que este substrato não comprometeu o consumo total da dieta, devido ao enchimento ruminal, já que o consumo total dos animais foi cerca de 18% superior aos 4,8 kg/dia, estimados pela equação de Valadares et al. (2010).

Embora o farelo de mamona apresente em sua composição maior porção indigestível em relação ao farelo de soja (28,6% vs 0,9%), aproximadamente 61% em relação ao FDNcp, o tratamento alcalino pode ter beneficiado em 7% a taxa de degradação ruminal da fração potencialmente degradável da FDN (FDNpd), conforme Oliveira et al. (2010). Ademais, esse tratamento rompe as ligações ésteres entre os componentes da cutina (VAN SOEST, 1994), principal constituinte da parede da semente de mamona e, dessa forma, facilita o ataque de microrganismos ruminais ao substrato FDNpd. Portanto, o tratamento químico do farelo de mamona, assim como o processamento físico da fibra, associado às boas condições ruminais em função do CPB, propiciaram aproveitamento adequado do alimento. Isso facilitou o desaparecimento ruminal e não prejudicaram o consumo por efeito de repleção ruminal, podendo, portanto, justificar a ausência de efeito sobre o consumo.

O consumo de extrato etéreo (CEE) em kg foi diferente estatisticamente ( $p < 0,10$ ) e apresentou comportamento linear decrescente à medida que o farelo de mamona foi acrescentado ao suplemento, mostrando valores de 0,27; 0,26; 0,25 e 0,23 kg/animal/dia. Isso já era esperado, devido à menor concentração desse nutriente no farelo. Palmquist & Jankins (1980) sugerem que o teor de 6,0% da MS de EE é o limite máximo capaz de inibir o crescimento de microrganismos ruminais e recobrir a fibra dos alimentos, reduzindo sua digestão e também o CMS. Todavia, a percentagem encontrada neste estudo está abaixo desse limite, sendo 4,9; 4,2; 4,3 e 4,3%, respectivamente, para os tratamentos FM00, FM30, FM60 e FM90, na dieta. Ademais, o óleo de mamona, extraído da semente para a produção do farelo, é feito por meio de prensagem, seguido do uso de solvente. Devido a esse processo, grande quantidade desse componente é removida, deixando o farelo de mamona com pouca concentração de EE.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) apresentou comportamento linear decrescente à medida que se elevou a quantidade de farelo de mamona nos suplementos. Os animais consumiram 3,2 kg, 3,1 kg, 3,04 kg e 2,8 kg de NDT diários, respectivamente, para os tratamentos FM00, FM30, FM60 e FM90. Esse efeito é reflexo da redução da concentração de EE nos suplementos, em função da inclusão de farelo de mamona que, por conseguinte, reduziu a ingestão deste nutriente, ocasionando, portanto, uma redução total dos nutrientes digestíveis. Contudo, esses valores estão em consonância aos preconizados por Valadares Filho et al. (2010) para a categoria animal em estudo, sob condição de pastagem, 2,9 kg/dia, denotando que o farelo de mamona, mesmo no maior nível de inclusão, foi capaz de atender às exigências energéticas dos animais.

### 4.3 Digestibilidade

A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona nos suplementos FM00, FM30, FM60 e FM90 não afetou a digestibilidade da PB, FDNcp, EE e MS ( $p > 0,10$ ), (Tabela 7).

**Tabela 7.** Coeficiente de digestibilidade da MS, PB, FDNcp, EE, carboidratos não fibrosos, carboidratos totais e matéria orgânica da dieta de novilhos suplementados com

níveis crescentes de farelo de mamona, com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM 00	FM 30	FM 60	FM 90		L	Q		
MS <sup>1</sup>	60,3	59,0	60,7	58,4	13,76	0,7398	0,8590	$\hat{Y} = 59,6$	-
PB <sup>1</sup>	59,5	60,9	59,7	57,2	8,71	0,2865	0,2381	$\hat{Y} = 59,4$	-
FDNcp <sup>1</sup>	56,1	54,9	53,1	53,7	7,33	0,1142	0,5061	$\hat{Y} = 54,1$	-
EE <sup>1</sup>	43,7	31,2	38,1	34,0	24,06	0,0867	0,1427	2	0,27

1 % MS

2  $\hat{Y} = 40,0542 - 0,0734003x$

Embora a literatura relate que o tratamento alcalino em alimentos reduz a taxa de degradação ruminal em decorrência da desnaturação de proteínas (NRC, 2001; OLIVEIRA et al., 2010), a digestibilidade da PB não foi comprometida pela inclusão do farelo de mamona neste estudo. O efeito negativo sobre a degradabilidade da PB foi contrabalanceada pela maior disponibilidade de energia para o uso do N pelas bactérias ruminais (OLIVEIRA et al., 2010).

Não houve interferência dos tratamentos na digestibilidade do FDNcp ( $p < 0,10$ ), sendo que os valores observados para tratamentos obtiveram média de 54,1%. O esperado seria que a digestibilidade pudesse ser reduzida, devido ao aumento do FDNcp na dieta com a inclusão de farelo de mamona, porém, esse comportamento não ocorreu, possivelmente, devido ao tratamento alcalino melhorar a taxa de degradação ruminal (OLIVEIRA et al., 2010) da fração potencialmente degradável da FDN.

Por sua vez, a digestibilidade do extrato etéreo (DEE) se alterou em função dos tratamentos ( $p < 0,10$ ). Essa redução pode ser devido à menor concentração e consumo desse nutriente na dieta, que desencadeou menor liberação ao animal.

#### 4.4 Desempenho animal

A inclusão de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja não alterou ( $p > 0,10$ ) o desempenho animal (Tabela 8).

O GMD foi de 0,65 kg/dia. Resultado similar foi obtido por Barros et al. (2011), suplementando novilhas com farelo de mamona em substituição total do farelo de soja. Esses obtiveram GMD de 0,49 kg/dia com uma disponibilidade de MS<sub>pd</sub> de 2.858 kg/ha.

**Tabela 8.** Valores médios de peso corporal inicial (PCI, kg), peso corporal final (PCF), ganho médio diário (kg), ganho de peso total (GP), ganho de peso em arrobas (@), conversão (CA) e eficiência alimentar (EA) de novilhos recebendo níveis crescentes de farelo de mamona na dieta

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM 00	FM 30	FM 60	FM 90		L	Q		
PCI (kg)	229,70	225,60	231,60	221,50	13,60	0,6730	0,7609	$\hat{Y}= 227,1$	-
PCF (kg)	282,00	283,70	282,80	279,20	13,67	0,8657	0,8296	$\hat{Y}= 281,63$	-
GMD (kg)	0,62	0,69	0,61	0,69	24,85	0,6322	0,9338	$\hat{Y}= 0,65$	-
GP (kg)	52,30	58,10	51,20	57,70	24,85	0,6322	0,9338	$\hat{Y}= 54,83$	-
GP (@)	1,74	1,94	1,71	1,92	24,85	0,6322	0,9338	$\hat{Y}= 1,83$	-
CA	9,63	8,73	10,21	9,94	32,68	0,8753	0,8547	$\hat{Y}= 9,38$	-

Uma vez que o GMD não se alterou entre os tratamentos, as demais variáveis de desempenho também não se alteraram. O desempenho animal é função do consumo e da digestibilidade dos nutrientes ingeridos que, por sua vez, transformam-se em produto animal. Diante dos resultados de desempenho apresentados, infere-se que este fato ocorreu em razão do CMS total não ter modificado em função dos tratamentos, assim como a digestibilidade da matéria seca, bem como dos principais nutrientes da dieta. Ademais, a oferta de MSpd para todos os grupos foi a mesma, e esteve dentro dos limites sugeridos por Paulino et al. (2008), assim como a qualidade proteica sugerida por Sampaio et al. (2009) e Lazzarini et al. (2009), que possibilitou aos animais consumo e uso racional da dieta, atendendo, portanto, em quantidade e qualidade aos pré-requisitos para otimizar o desempenho de bovinos sob condições de pastejo. Ressalta-se que este coproduto pode substituir o farelo de soja em suplementos sem alterar o desempenho animal.

O desempenho dos animais foi superior ao estimado durante a elaboração da dieta, que foi de 0,50 kg/dia. Isso pode ser justificado pelo atendimento e um acréscimo de 18% das exigências nutricionais e dado ao consumo ajustado (VALADARES FILHO et al., 2010). Tal fato foi possível em função das boas condições de oferta e



disponibilidade de forragem, com boa oferta de materiais mais digestíveis, folha e colmo verdes, principais componentes da MSpd. Foi possível aos animais ingerir maior quantidade de nutrientes, que possibilitou desempenho superior ao esperado.

Destaca-se aqui a grande contribuição da suplementação durante a recria de machos em pastagem. Em sistemas tradicionais da pecuária brasileira, os índices produtivos estão aquém de sua real capacidade, sobretudo, no período seco do ano. Isso é perceptível ao avaliarmos a produção de arrobas no período experimental, de 1,83 @, em 3 meses, que representa 52% da produtividade anual brasileira para a pecuária tradicional, explorada em pastagem, que é de 3 @/ha em um ano (IBGE, 2013; DIAS-FILHO, 2014). Isso denota que o uso eficiente dos recursos basais disponíveis, forragem associada a um suplemento que complementa as deficiências nutricionais desta, possibilita elevar os índices produtivos num período caracterizado por limitação dos recursos forrageiros e baixo desempenho animal. Chama atenção ainda que estes índices foram alcançados num sistema que utilizou 1,74 UA/ha (Tabela 3), comprovando a competência da suplementação em pastagem.

## **4.5 Comportamento ingestivo**

### **4.5.1 Atividades de pastejo, ruminação, ócio e alimentação no cocho, TAT e TMT**

As variáveis de comportamento: tempo de pastejo (TP), ócio (TO) e ruminação (TR), tempo de mastigação total (TMT) e tempo de alimentação total (TAT) não foram influenciadas em função dos tratamentos. Apenas o tempo de alimentação no cocho (TAC) modificou-se de forma quadrática, conforme os tratamentos ( $p < 0,05$ ), podendo ser observado na tabela 9.

**Tabela 9.** Consumos de MS e FDNcp, e tempo despendido nas atividades de pastejo (TP), ócio (TO), ruminação (TR), alimentação no cocho (TAC), tempo de alimentação (TAT) e mastigação total (TMT), com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM00	FM30	FM60	FM90		L	Q		
	Consumo (kg/dia)								
CMST	6,79	6,86	6,79	6,38	11,63	-	-	$\hat{Y}= 5,72$	-
CFDNcp	3,97	4,03	4,01	3,79	11,44	-	-	$\hat{Y}=3,36$	-
	Minutos/dia								
TP	445,13	524,25	499,13	504,50	15,01	0,7976	0,0957	$\hat{Y}= 493,25$	-
TO	541,88	444,25	514,13	464,13	22,04	0,7874	0,3722	$\hat{Y}= 491,09$	-
TR	425,00	446,50	404,25	450,75	16,93	0,5785	1,0000	$\hat{Y}= 431,63$	-
TAC	29,50	24,88	22,50	20,63	46,82	0,2409	0,0463	1	0,94
TAT	474,63	549,13	521,63	525,13	14,33	0,9384	0,1744	$\hat{Y}= 518$	-
TMT	870,13	970,75	903,38	955,25	11,63	0,8417	0,2473	$\hat{Y}= 925$	-

$$1 \hat{Y} = 29,4125 - 0,165417x + 0,000763889x^2$$

Welch e Smith (1970) afirmam que existe uma relação positiva entre o teor de fibra do alimento e o tempo de ruminação. Todavia, o TMT não foi alterado, pois o teor de fibra do suplemento não aumentou, quando se adicionou mais farelo de mamona.

O tempo destinado à atividade de pastejo pelos animais deste estudo é considerado normal, uma vez que, segundo Hodgson (1990) e Krysl & Hess (1993), bovinos pastam entre de 359 a 720 minutos por dia. Contudo, tempos elevados de pastejo podem demonstrar que o pasto apresenta dificuldade de atender à demanda nutricional do animal, mesmo em casos de elevada oferta de forragem disponível (STOBBS, 1970).

A TMT foi de 925 minutos, ao passo que o TAT médio diário foi de 518 minutos diários. Salvo as diferenças dos ingredientes proteicos dos suplementos, as demais condições experimentais foram semelhantes, tais como avaliadores, instalações, piquetes, oferta e tipo de forragem disponível. Com isso, a única variável que poderia interferir no comportamento dos animais é a presença ou não de farelo de mamona no suplemento, uma vez que, como pode ser percebido na tabela 9, o CMS, assim como a

FDNcp, não foram modificados. Dessa forma, a única variável comportamental influenciada pelos tratamentos foi o tempo destinado à alimentação em cocho, o qual apresentou efeito quadrático, porém, complementada pelas demais atividades, principalmente tempo de pastejo e de ócio, contudo, sem alteração nestas variáveis.

Observando que as variáveis de consumo, assim como comportamentais de tempo de pastejo, ócio e ruminação não se alteraram, pode-se constatar que os animais modificaram seu comportamento ingestivo para se adaptarem à dieta. Isso fica comprovado pela avaliação do TAT, bem como de TMT, que não se alterou diante dos tratamentos, mostrando que os animais desenvolveram capacidade fisiológica de atender suas necessidades alimentares, sem, contudo, interferir nas suas demais atividades comportamentais. Os resultados demonstram ainda a homogeneidade da pastagem ocupada pelos animais, uma vez que todos os animais receberam as mesmas condições e, assim, não sofreram possível influência do ambiente e forragem. Barbero et al. (2012) demonstram que alturas diferentes na forragem modificam a composição bromatológica e morfológica, e assim impactam no comportamento de pastejo do animal.

#### **4.5.2 Eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDNcp**

As variáveis eficiência de alimentação de MS (EAMS) e da FDNcp (EAFDNcp) não foram alteradas pelos tratamentos, cujas médias foram de 0,68 kg Ms/hora e 0,45 kg FDNcp/hora. Essa resposta se deve ao fato do TAT, assim como o CMST e de CFDNcp, não variarem conforme os tratamentos. Essa afirmação se baseia na definição de Santana Júnior et al. (2013), que conceitua a eficiência de alimentação como a velocidade de ingestão dos alimentos em função do tempo (Tabela 10).

O mesmo raciocínio é válido para a ERMS, dada em kg MS ruminado por hora, 0,82 kg ruminado por hora e a ER da FDNcp, 0,55 kg de FDNcp ruminado por hora. A FDNcp é o principal indicador do ritmo de ruminação, por ser o nutriente ingerido em maior proporção na dieta e apresentar tempo maior para ser ruminado. Esta característica provavelmente fundamenta a falta de variação nas características de consumo e digestibilidade da FDNcp, pois alimentos fibrosos devem ser mastigados mais lentamente para diminuírem seus tamanhos de partícula. Isso ocorreu sem que o tempo de ruminação se alterasse, levando a crer que o animal alterou seu metabolismo

digestório, sem apresentar mudanças nos padrões de consumo e de digestibilidade, corroborando a assertiva de Costa et al. (2010).

**Tabela 10.** Eficiências de alimentação (EA) e ruminação (ER) da matéria seca (MS) e FDN<sub>cp</sub> de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM00	FM30	FM60	FM90		L	Q		
Eficiência de alimentação <sup>1</sup>									
EA MS <sup>1</sup>	0,75	0,65	0,68	0,63	18,09	0,6360	0,5578	Ŷ= 0,68	-
EAFDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	0,50	0,43	0,45	0,43	12,08	0,2750	0,3196	Ŷ= 0,45	0,57
Eficiência de ruminação <sup>1</sup>									
ERMS <sup>1</sup>	0,86	0,80	0,88	0,73	18,67	0,1607	0,3897	Ŷ= 0,82	-
ERFDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	0,57	0,53	0,58	0,50	14,16	0,1450	0,3831	Ŷ= 0,54	-

#### 4.5.3 Variáveis dos aspectos do comportamento de pastejo, número de bocados, tempo de bocados, taxa de bocado, quantidade de bocados por dia e massa do bocado

O número de bocados por bolo apresentou comportamento quadrático (Tabela 11). O tempo de bocado destinado a cada bolo foi linear decrescente.

A taxa de bocado por minuto foi linear crescente. Esses valores estão baixos, se comparados aos reportados por Minson (1990).

**Tabela 11.** Variáveis dos aspectos do comportamento de pastejo, número de bocados, tempo de bocados (TemBoc), taxa de bocado (TxBoc), quantidade de bocados por dia e massa do bocado (MassBoc) de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM 00	FM 30	FM 60	FM 90		L	Q		
Nº Bocado	31,30	33,13	32,40	25,58	45,56	0,00005	0,0008	1	0,98
TemBoc	41,70	43,07	39,51	30,06	45,54	0,0000	0,0051	2	0,81
TxBoc	46,81	47,22	48,94	51,43	15,22	0,0000	0,0965	3	1
Bocado/dia	20.877	24.778	24.215	26.127	22,00	0,0015	0,0264	4	1
MassBoc (g/boc)	0,34	0,29	0,29	0,26	27,15	0,0063	0,0761	5	0,65

1  $\hat{Y} = 31,1269 + 0,156313x - 0,00239931x^2$

2  $\hat{Y} = 41,6477 + 0,142285x - 0,00300579x^2$

$$3 \hat{Y} = 46,2669 + 0,0518532x$$

$$4 \hat{Y} = 21224,3 + 100,342x - 0,552473x^2$$

$$5 \hat{Y} = 0,284835 - 0,00116253x + 0,0000061799x^2$$

A quantidade de bocados por dia demonstrou comportamento quadrático.

Esses resultados permitem constatar que a quantidade de bocados efetuados elevou-se conforme incremento de farelo de mamona no suplemento, porém, em menor intervalo de tempo, ou seja, uma vez que o consumo foi semelhante, a taxa de bocados foi maior para tratamentos com mais farelo de mamona, ocasionando uma maior quantidade de bocados no dia. Entretanto, houve menor volume de MS por bocado. Segundo Forbes (1988), a diminuição da massa de forragem promove o incremento da taxa de bocados, pois à medida que aumenta a dificuldade de apreender a pastagem, o tamanho do bocado diminui. Em um mecanismo compensatório, o animal tende a aumentar a taxa de bocado e o tempo de pastejo.

Diante dessa avaliação, é possível afirmar que os animais desenvolveram alteração em sua fisiologia para não comprometer seu consumo e suas exigências nutricionais, porém, ajustando seu comportamento ao tipo de dieta. Corroborando também para esta inferência o fato da oferta e disponibilidade de forragem para os animais serem semelhantes, independentemente do tratamento.

#### 4.5.4 Variáveis dos aspectos de ruminação

O tempo de ruminação por bolo, mastigação por minuto, número de mastigação por dia, bolos ruminados por dia, número de mastigações por bolo e gramas de MS por bolo não foram influenciadas ( $p > 0,10$ ) pelos tratamentos (tabela 12).

**Tabela 12.** Variáveis dos aspectos de ruminação, tempo de ruminação por bolo, mastigação por minuto, número de mastigações por dia (Mastig/dia), bolo ruminados por dia (bolo/dia), número de mastigações por bolo (Mastig/bolo) e matéria seca ruminada por bolo (MS/bolo) de novilhos suplementados com farelo de mamona

Variável	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM00	FM30	FM60	FM90		L	Q		
TemRum/bolo (s)	49	47	48	45	14,46	0,7058	0,3773	$\hat{Y} = 47$	-
Mastig/Minuto	57	60	60	63	9,65	0,6157	0,8216	$\hat{Y} = 60$	-
Mastig/dia	24.382	27.023	24.251	28.603	21,04	0,6352	0,9437	$\hat{Y} = 26.065$	-
Bolo/dia	527	572	511	615	19,39	0,2339	0,3704	$\hat{Y} = 556$	-

Mastig/bolo	47	47	48	48	19,66	0,9245	0,6068	$\hat{Y}= 47$	58	-
MS/bolo (g/bolo)	11	10	12	9	27,15	0,2946	0,4417	$\hat{Y}= 11$	-	-

O valor médio do tempo de ruminação por bolo para os tratamentos foi de 47 segundos por bolo ruminado. O número de mastigações por minuto apresentou valor médio de 60,15. O número total de mastigações por dia foi de 26.065.

Para os tratamentos FM00, FM 30, FM 60 e FM90, o número de mastigações por bolo apresentou valor médio de 47,56 mastigações por bolo ruminado. O valor médio da massa de cada bolo ruminado foi de 11 g/bolo, à medida que o farelo de soja fosse substituído pelo farelo de mamona nos suplementos na ordem de 0, 30, 60 e 90%.

O número de mastigações por bolo é influenciado pela característica do alimento. Alimentos mais fibrosos demandam ser mastigados por mais tempo para reduzir o tamanho da partícula. Essa afirmação é reforçada pelas observações de Silva et al. (2010), que observaram menor número de mastigações de novilhos, cujo tratamento era de maior nível de suplemento (0,9% PC) e apresentou menor teor de FDN. Em função da semelhança do teor de FDNcp da dieta, essa característica não apresentou diferença em relação aos tratamentos.

#### **4.5.5 Número e tempos dos períodos de pastejo, ócio, ruminação e alimentação no cocho**

O NPP apresentou comportamento linear crescente, assim, seus valores médios se elevaram à medida que o farelo de soja foi substituído pelo farelo de mamona nos suplementos, na ordem de 0, 30, 60 e 90%, apresentando valores de 10,10; 12,48,10,68 e 12,63 períodos de pastejo no dia. Possivelmente, o farelo de mamona apresenta alguma limitação de aceitabilidade ao consumo, já que Barros et al. (2011) encontraram redução no consumo de suplemento com maior nível de farelo de mamona.

Os valores do NPO e TPO reduziram linearmente com os tratamentos, em consequência do crescimento dos períodos de pastejo. Comportamento semelhante foi obtido para o NPC.

**Tabela 13.** Valores médios do número de períodos de pastejo (NPP), ócio (NPO), ruminação (NPR) e cocho (NPC), bem como o tempo de duração (minutos) dos períodos de pastejo (TPP), ócio (TPO), ruminação (TPR) e cocho (TPC) de novilhos suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM00	FM30	FM60	FM90		L	Q		
NPP	10,10	12,48	10,68	12,63	28,32	0,0005	0,5214	2	0,96
NPO	22,75	22,10	20,83	21,53	18,46	0,0020	0,1093	3	0,76
NPR	14,93	13,93	13,93	13,05	19,60	0,7475	0,1139	$\hat{Y}=14$	-
NPC	2,48	2,75	2,15	2,45	47,30	0,00003	0,0128	4	0,75
TPP <sup>1</sup>	50,87	45,80	49,69	43,12	36,23	0,01589	0,7138	5	0,93
TPO <sup>1</sup>	24,12	20,46	25,47	21,87	22,31	0,01924	0,3991	6	0,74
TPR <sup>1</sup>	29,29	33,08	29,69	36,02	24,51	0,9288	0,1828	$\hat{Y}=32,02$	-
TPC <sup>1</sup>	15,12	10,53	10,66	9,63	52,65	0,000000001	0,1528	7	0,94

1 Minutos

2  $\hat{Y}= 10,6025+0,01925x$

3  $\hat{Y}= 22,5425-0,0165x$

4  $\hat{Y}= 2,56375-0,002875x+0,00000694444x^2$

5  $\hat{Y}= 50,2738-0,0644965x$

6  $\hat{Y}= 23,2388-0,00574539x$

7  $\hat{Y}= 13,9322-0,0544087x$

Os valores de TPP e TPC decresceram linearmente em função do nível de substituição, assim, os animais ajustaram seu comportamento às dietas; e, para manter o mesmo tempo de pastejo ao dia, fizeram mais períodos de pastejo, porém, com menor tempo de duração desses períodos. O fato do NPC e TPC decrescerem, sem, contudo, afetar o consumo dos animais, fortalece a informação da redução do tempo de alimentação no cocho, justificando-se pelo fato da taxa de bocado ser maior para animais suplementados com níveis crescentes de farelo de mamona, ou seja, os animais tem menor tempo de alimentação em cocho, NPC e TPC, porém, a quantidade de bocados realizados num mesmo intervalo de tempo é maior. Esta informação é reforçada pela massa do bocado que decresceu em função dos tratamentos.

#### 4.6 Avaliação econômica

A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona reduziu o custo de produção (Tabela 14).

Esse fato ocorreu devido ao menor preço do farelo de mamona, (R\$ 0,80/kg) em relação ao farelo de soja (R\$ 1,46/kg).

Dessa forma, o custo por animal foi influenciado em razão do tipo de suplemento ( $p < 0,10$ ) com efeito linear decrescente e valores de R\$ 74,79; R\$ 66,74; R\$58,77 e R\$49,63. Comportamento semelhante foi observado em relação ao custo por hectare ( $p < 0,10$ ), uma vez que os valores foram de R\$ 230,12, R\$ 205,35, R\$ 180,82 e R\$ 152,71, respectivamente, para os tratamentos FM00, FM30, FM60 e FM90 (Tabela 14).

Ao fornecer farelo de mamona em substituição ao farelo de soja, porém, em sistema de alimentação confinado, Diniz et al. (2010) observaram que o melhor nível para substituir o farelo de mamona pelo farelo de soja seria 67%. No presente caso, os resultados são economicamente mais favoráveis, uma vez que o farelo de mamona representou 54,8% do farelo de soja e os custos/ha chegaram a ser reduzidos em até 66,4% (tratamento FM90), em relação ao suplemento FM00. Isso se deu em razão do preço do farelo de mamona ser menor em relação à soja nesta pesquisa, do que o encontrado autor. Assim, evidencia-se que a dieta a ser adotada é dependente também dos custos dos ingredientes e varia em função da região onde se explora a pecuária, conforme logística e disponibilidade de alimentos.

Entretanto, a receita bruta e líquida por animal, bem como a receita líquida por hectare não foram alteradas em razão do tipo de suplemento, já que seus valores médios para os tratamentos foram, respectivamente, R\$ 702,88/animal; R\$ 228,43/animal; e R\$ 506,74/hectare. Assim como esta pesquisa, Mesacasa et al. (2012) não encontraram diferença na receita líquida ao substituir o farelo de soja pela torta de girassol. Essas evidências denotam o potencial de coprodutos em garantir desempenho técnico e econômico satisfatório à pecuária.



**Tabela 14.** Preço do suplemento (R\$/kg), custo por animal (R\$/animal), custo por hectare (R\$/ha), receita bruta por animal (RB, R\$/animal), receita líquida por animal (RL, R\$/animal), receita líquida por hectare (RL, R\$/ha), retorno mensal (R\$/R\$), taxa de retorno mensal (TRm, R\$) e lucratividade (%) de novilhos suplementados com farelo de mamona

Variáveis	Tratamento				CV (%)	Valor P		ER	R <sup>2</sup>
	FM 00	FM 30	FM 60	FM 90		L	Q		
Suplemento (R\$/kg)	0,84	0,78	0,71	0,65	0,00	0,0000	0,0000	-	-
Custo/animal (R\$)	74,79	66,74	58,77	49,63	30,33	0,0375	0,9209	1	1
Custo/ha (R\$/ha)	230,12	205,35	180,82	152,71	29,77	0,0375	0,9209	2	1
RB/animal (R\$)	670,51	744,87	656,41	739,74	24,85	0,6322	0,9338	$\hat{Y} = 702,8846$	-
RL/animal (R\$)	217,92	242,08	213,33	240,42	24,85	0,6322	0,9338	$\hat{Y} = 228,4375$	-
RL/ha (R\$/ha)	440,39	539,52	475,59	587,04	35,91	0,2551	0,9134	$\hat{Y} = 506,7432$	-
Retorno (R\$/R\$)	3,20	3,80	4,00	5,11	41,69	0,0910	0,7646	3	0,92
TRm (R\$)	78,54	100,17	107,18	146,62	56,09	0,0910	0,7646	4	0,92
Lucratividade (%)	65,03	71,86	70,07	76,98	15,21	0,1669	0,9749	$\hat{Y} = 70,3717$	

$$1 \hat{Y} = -0,193283 + 72,4437x$$

$$2 \hat{Y} = -0,594718 + 222,904x$$

$$3 \hat{Y} = 0,0132967 + 3,29767x$$

$$4 \hat{Y} = 0,4748883 + 82,0595x$$

Todavia, a razão do capital retornado sobre o capital investido foi afetada pela substituição do farelo de soja por farelo de mamona ( $p < 0,10$ ), ocorrendo um comportamento linear crescente. Da mesma forma, a taxa de retorno mensal foi influenciada ( $p < 0,10$ ) e favorável à substituição do farelo de soja por farelo de mamona, com comportamento linear crescente.

A lucratividade da recria de novilhos suplementados com farelo de mamona substituindo o farelo de soja, conforme os tratamentos, foi 70,4%.

## V – CONCLUSÃO

Uma vez que o farelo de mamona possibilitou resultados econômicos mais favoráveis, este coproduto surge como boa alternativa alimentar ao farelo de soja no uso de suplementos proteicos para bovinos em pastagem. Neste aspecto, para o suplemento com ambos os ingredientes, evidencia-se o benefício da suplementação em elevar a produtividade animal, possibilitando desempenhos elevados que tem a capacidade de reduzir o período de recria do animal, aumentando o giro, ou seja, a liquidez dos animais numa fazenda, dando condições ao produtor de obter mais rápido o retorno do capital investido. Essa estratégia é muito interessante do ponto de vista técnico e econômico, uma vez que o período de recria compreende uma das maiores fases da vida do animal, frente à cria, ou seja, durante a amamentação que vai do nascimento a desmama, com aproximadamente 150 a 180 kg, e também a fase que tradicionalmente abrange animais com peso superior a 390 a 420 kg até a terminação, normalmente com 480 a 510 kg. Ou seja, durante a recria, o animal necessita acumular 330 a 360 kg, de modo que, para otimizar esse processo, o uso de suplementação animal contribui e, conforme observado neste estudo, com boa atratividade econômica. Dessa forma, perante à elevação dos custos de produção no mercado e da *commodity* de soja, o farelo de mamona pode ser utilizado em suplementos para bovinos em pastejo.

## VI – REFERÊNCIA

- ACEDO, T.S., PAULINO, M.F., DETMANN, E. et al. Fontes proteicas em suplementos para novilhos no período de transição seca-águas: características nutricionais. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.895-904, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. 2015.
- ALBIN, R.C.; DAVIS, W.H.; ZINN, D.W. Castor meal for growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.28, n.1, p.133 (Abstract), 1969.
- ALBIN, R.C.; OATMAN, S.; ZINN, D.W. Detoxified castor meal for fattening steers. **Journal of Animal Science**, v.30, n.2, p.314 (Abstract), 1970.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> ed. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
- AUDI, J.; BELSON, M.; PATEL, M. et al. Ricin poisoning: A comprehensive review. **The Journal of the American Medical Association**, v.294, n.9, p.2342-2351, 2005.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.
- BALIZA, D.P.; CARDOSO, M.G.; VILELA, F.J. et al. Extração do óleo fixo de torta oriundo da prensagem industrial de sementes de *Ricinus communis* (Mamona). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <[www.cnpa.embrapa.br](http://www.cnpa.embrapa.br)>.
- BANDEIRA, D.A.; CARTACHO, W.V.; SEVERINO, L.S. et al. Resíduo industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <[www.cnpa.embrapa.br](http://www.cnpa.embrapa.br)>.
- BARBERO, R. P.; BARBOS, M. A. A. F.; CASTRO, L. M. et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte sob diferentes alturas de pastejo do capim Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3287-3294, 2012.
- BARONI, C.E.S.1A, LANA, R.P.1B, FREITAS, J.A. Níveis de suplemento para novilhos nelore terminados a pasto na seca: consumo e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**. v. 61 n. 233: p.31-41, 2012.
- BARROS, L. V., PAULINO, M. F., DETMANN, E., et al. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.843-851, 2011.
- BARROS, L. V.; PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. B. K. et al. Desempenho produtivo e nutricional de novilhas de corte em pastejo suplementadas no período

- da seca e/ou no período de transição seca-águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2655-2672, 2014.
- BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNESP, 2006. 583p.
- BICALHO, F.L.; BARBOSA, F.A.; GRAÇA, D.S. et al. 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, n.4, p.1112-1120, 2014.
- BISCAINO, G.; GONCALVES, M.B.F.; FREITAS, F.K. et al. Avaliação do tempo diário total de pastejo de novilhos em campo nativo recebendo diferentes níveis de suplementação. Reunião anual da sociedade brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM).
- BREMM, C.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Efeito dos níveis e suplementação sobre o comportamento ingestivo de bezerras em pastagem de aveia (*Avena strigosa*, Schreb.) e azevem (*Lolium multiflorum*, Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.387-397, 2005.
- BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.
- CABRAL, C. H. A., M. O. BAUER, R. C. CARVALHO, C. E. A. CABRAL, AND W. B. CABRAL. Steers performance and economical viability supplemented in the rainy season. **Revista Caatinga**. v. 24, p. 173-181. 2011b.
- CABRAL, C. H. A.; BAUER, M. O.; CARVALHO, R. C.; et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Caatinga**, Mossoró v. 24, n. 4, p. 178-185, 2011a.
- CABRAL, C. H. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. et al. Levels of Supplementation for Grazing Beef Heifers. **Journal of Animal Science**. Vol. 27, n. 6.p. 806-817, 2014.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v.67, p.211-216, 1996.
- CANESIN, R. C., BERCHIELLI, T. T., ANDRADE, P., R. REIS, A. Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.411-420, 2007.
- CARVALHO, D. M. G.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Eficiência bioeconômica da suplementação de novilhos em pastagens de Capim Marandu. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2685-2698, 2014.

- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: UEM, p. 1-20, 2005.
- CONAB, 2015. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura Mensal: Mamona**. Fevereiro 2015.
- COSTA, F.X.; SEVERINO, I.S.; BELTRAO, N.E.M. et al. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br>.
- COSTA, M. R. G. F., CARNEIRO, M. S. S., PEREIRA, E. S., et al. Comportamento ingestivo de ovinos Morada Nova recebendo dietas à base de feno de juazeiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 1012-1022, 2010.
- COUTO, G.S.; SILVA FILHO, J.C.; CORRÊA, A.D. et al. Digestibilidade intestinal *in vitro* da proteína de coprodutos da indústria do biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1216-1222, 2012.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 169-180, 2004.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal. Instituto Nacional de Ciência Tecnologia de Ciência Animal. 2012.
- DETMANN<sup>a</sup>, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; HUHTANEN, P. Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos: uma revisão baseada em resultados obtidos no Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2829-2854, 2014.
- DETMANN, D.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.
- DETMANN<sup>b</sup>, E.; VALENTE, É. L.; BATISTA E. D.; HUHTANEN, P. na evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**. n. 162, p.141–153, 2014.
- DINIZ, L.L., VALADARES FILHO, S.C., DE OLIVEIRA, A.S., et al. Castor bean meal for cattle finishing: Nutritional parameters. **Livestock Science**, v.135. p. 153–167, 2011.
- ENDO, Y.; TSURUGI, K. The RNA N-glycosidase activity of ricin A-chain. **The Journal of Biological Chemistry** v.263, n.18, p.8735-8739, 1988.
- EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005, p.33-70.

- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; PERON, A.J. Avaliação da composição química de tortas de mamona e amendoim obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., Campina Grande, 2004. **Anais...** Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <Hwww.cnpa.embrapa.br>.
- FELICIANO FILHO, W.; PEREIRA JÚNIOR, J. Introdução ao biodiesel. **Informativo CRQ-IV**, Pinheiros, v.84, n.4, p.14-15, mar./abr., 2007.
- FIQUEIREDO, D. M.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.
- FORBES, T. D. A. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behavior in grazing animal. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 9, p. 2369-2379, 1988.
- GAILLARD, Y.; PEPIN, G. Poisoning by plant material: review of human cases and analytical determination of main toxins by higher-performance liquid chromatography- (tandem) mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v.733, p.181-229, 1999.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A. Utilização e manejo de pastagens. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 927. 2001.
- HODGSON, J. 1990. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons., p.203.
- HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurler: British Grassland Society, 1982. p.113.
- HOLFELDER, M.G.A.; STECK, M.; KOMOR, E.; et al. Ricinine in phloem sap of *Ricinus communis*. **Phytochemistry**, v.47, n.8, p.1461-1463. 1998.
- JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Malden, v. 34, n. 4, p. 273-281, 1979.
- JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; et al. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.572-581, 2010.
- JOHNSON, A. D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. (Ed.) Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.96-102, 1978.
- KLOPFENSTEIN, T. **Need for escape protein by grazing cattle**. Animal Feed Science and Technology, v.60, n.1, p.191-199, 1996.

- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2546- 2555, 1993.
- LAZZARINI, I., DETMANN, E., SAMPAIO, C. B., et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2021-2030, 2009.
- LENG, R.A. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds.) Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. Craighall, South Africa: **The Science PressLtda**, 1984. p.129-144.
- LUSBY, K.; GILL, D. Suplementação de proteínas: a chave para obter ganhos de peso no gado ao final do verão. **Compendio Educacional Contemporâneo**, v.1, n.1, p.59-69, 1996.
- MARQUES, J.A. et al. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.13, n.3, p.97-102, 2005.
- MATEUS, R. G.; SILVA, F. F. D.; ÍTAVO, L. C. V.; et al. Suplementos para recria de bovinos Nelore na época seca: desempenho, consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 87-94, 2011.
- MATOS, L.L. **Substituição do farelo de algodão pelo farelo de mamona destoxificado, na alimentação suplementar de vacas em lactação**. Viçosa, 1976. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1976.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1316-1322, 2006.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, p.483, 1990.
- MODESTO, E. C.; TEIXEIRA, M. C.; ANDRADE, P. B.; et al. Comportamento de novilhas suplementadas a pasto no semi-árido nordestino. In: In: XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Campo Grande –MS, 2004, CD-ROM.
- MOORE, J. E., BRANT, M. H., KUNKLE, W. E. HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, 77:122-135, 1999.

- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.
- MOREIRA, J.F.C., RODRIGUEZ, N.M.; FERNANDES, P.C.C. et al. Concentrados proteicos para bovinos. 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.315-323, 2003.
- MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. 315p.
- saeNRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C.: National Academic Press, 7.ed, p. 381, 2001.
- OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleos de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Vicosa, 2008. 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Vicosa, 2008.
- OLIVEIRA, A.S., CAMPOS, J.M.S., OLIVEIRA, M.R.C. et al. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**. v. 158 p. 15–28, 2010.
- OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina do farelo de mamona. In: II CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2007, Brasília. **Anais...CD-ROM** Brasília: MCT/ABIPTI, p.1-6, 2007.
- OLSNES, S.; REFSNES, K.; PIHL, A. Mechanism of action of the toxic lectin sabin and ricin. **Nature**, v.249, p. 627-631, 1974.
- PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1014, 1980.
- PARDO, R.M.P. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1408-1418, 2003.
- PATINÑO PARDO, R.M.; BALBINOTTI, M.; FISCHER, V. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, p.359-392. 2006.



- PAULINO, M. F.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E. H. B. K. et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPOSIO DE PRODUCAO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.
- PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. K. B. de; ZERVOUDAKIS, J. T. Soja Grão e Carçoço de Algodão em Suplementos Múltiplos para Terminaçãode Bovinos Mestiços em Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, suplemento, p.484-491, 2002.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L. et al. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2008. p.131-169.
- PERONE, J.C.; IACHAN, A.; DOMONT, G.B. et al. **Contribuição ao estudo da torta de mamona**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51p.
- PNPB – PROGRAMA NACIONAL DE PRODUCAO E USO DE BIODIESEL. 2005. Disponível em: <Hhttp://www.biodiesel.gov.br/programa.htmlH>.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B . Suplementação de bovinos no pasto e alimentos alternativos usados na bovinocultura. 1. ed. **Maringá**: EDUEM, 2002. v. 1. 169 p.
- REIS, R.P. *Fundamentos de economia aplicada*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95p.
- SAMPAIO, C B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, 2009.
- SANTANA JUNIOR, H. A.; FIGUEIREDO, M. P.; CARDOSO, E. O. et al. Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes mantidas em pastagem tropical. Comportamento ingestivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1339-1352. 2013.
- SANTANA, O.P; CALDAS, G.C; ARAUJO, P.E.S. Resposta comparativa de bovinos jovens em confinamento, ao farelo de mamona adubo e lex proteico. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 8., 1971, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.144-145, 1971.
- SAS Institute. 2005. SAS system for Windows: versão 9.0. Cary: SAS Institute.
- SCHIO, A. R.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. et al. Ofertas de forragem para novilhas nelore suplementadas no período de seca e transição seca/águas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 33, n. 1, p. 9-17, 2011.
- SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. (Embrapa Algodão. Documentos, 134), 2005, 31p.
- SHULTZ, T. A. **Weather and shade effects on cow corral activities**. Journal of Dairy Science, v. 67, p. 868-873, 1983.
- SIGNORETTI, R. D.; QUEIROZ, M. F. S.; BERCHIELLI, T. T.; et al. Crescimento, comportamento ingestivo e desempenho reprodutivo de novilhas mestiças

- holandês x zebu, em pastejo, submetidas à suplementação proteica durante a época das águas. **Ciência Animal Brasileira**, p. 298-305, 2012.
- SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, supl. especial, p. 371-389, 2009.
- SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; MAGALHAES, A. F.; et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.54, p.63-74, 2005.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOLLENBERGER, L. E.; BURNS, F. C. Canopy characteristics, ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grassland. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, São Pedro., 19. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, p. 321-327, 2001.
- STOBBS, T. H. Automatic measurement of the grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. **Tropical Grassland, Sydney**, v. 4, n. 3, p. 237-244, 1970.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4, p.1059-1063, 2001.
- TREVISAN, N. B.; QUADROS, F. L. F.; CORADINI, F. S.; et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1543- 1548, 2004.
- VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-Corte**. 2.ed. Viçosa: UFV, DZO, p. 193, 2010.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- VALENTE, E. E. L.; PAULINO, M. F.; BARROS, L. V. et al. Nutritional Evaluation of Young Bulls on Tropical Pasture Receiving Supplements with Different Protein:Carbohydrate Ratios. **Journal Animal Science**.v. 27, n. 10 p. 1452-1460, 2014.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell: Ithaca, p. 476, 1994.

- VILLELA, S. D. J.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Suplementação para bovinos em pastejo no período das águas: consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.2, p.416-428 2011.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.
- WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 53, n.6, p. 797, p. 797-800, 1970.
- WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; ILSMA, A. O. The determination chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, p. 381-385, 1962.
- WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the doublesampling method. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.
- ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; et al. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1540-1545, set-out, 2006.