



**FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA RECRIA DE
NOVILHOS MESTIÇOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM NO
PERÍODO CHUVOSO**

SILVIA LAYSE MENDES MACHADO

2017



SILVIA LAYSE MENDES MACHADO

**FARELO DE MAMONA DETOXIFICADO NA RECRIA DE
NOVILHOS MESTIÇOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM NO
PERÍODO CHUVOSO**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva
Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BRASIL – BAHIA

Março de 2017

636.085 Machado, Silvia Layse Mendes.

M134f Farelo de mamona detoxificado na recria de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período chuvoso. / Silvia Layse Mendes Machado. – Itapetinga-BA: UESB, 2017.
67f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D.SC. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Novilhos mestiços – Farelo de mamona detoxificado. 2. Gado de corte - Recria. 3. Suplementação em pastejo. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Novilhos mestiços – Farelo de mamona detoxificado
2. Gado de corte - Recria
3. Suplementação em pastejo
4. Avaliação econômica - Comportamento ingestivo

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Farelo de mamona detoxificado na recria de novilhos mestiços suplementados em pastagens no período chuvoso”.

Autor (a): Silvia Layse Mendes Machado

Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva.

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

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




Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva – UESB


Orientador



Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado - UEM



Prof. Dr. Vitor Visintin Silva de Almeida – UFAL



Profª. Drª. Aline Cardoso Oliveira – UFAL



Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva - UESB

Data de realização: 07 de março de 2017

TERÇO DA BATALHA

‘Deus do céu me dê forças.

Jesus Cristo me dê o poder do bem.

Nossa Senhora me dê coragem para esta luta eu vencer.

Sem morrer, sem enlouquecer, sem muito me abater.

Deus pode, Deus quer esta batalha eu hei de vencer.

Eu hei de vencer.

.

Mãe de Jesus e nossa Mãe abençoe-me e ouvis os meus rogos!

A vitória é nossa pelo sangue de Jesus!’

Ao meu Deus
O Deus do impossível!

E à Minha mãezinha do Céu
Nossa Senhora Aparecida,
Rogai por Nós!

Ao Meu pai Silvio Machado Silva (*in memoriam*)
que foi meu grande incentivador
e à minha amada mãe Adélia Mendes Silva Machado
que foram o início de tudo

A Antônio Carlos Ribeiro Lima II
meu marido e companheiro de todas as horas

Ao
meu irmão Lucas Renan Mendes Machado
e toda a minha família pelo estímulo e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pelo dom da vida e pelas conquistas que todos os dias realiza em minha vida, pois sem o Senhor eu nem existiria;

A minha **mãe Adélia**, minha rocha em todos os momentos;

Ao meu **pai Sílvio** (*in memorian*), meu grande incentivador e exemplo de esforço e trabalho duro;

Ao meu **marido, Antônio Carlos**, meu amado companheiro, pois sem ele este trabalho não teria sido concluído;

Ao meu **amigo e irmão, Lucas Renan**, que, mesmo distante, sempre está ao meu lado;

Obrigada a **toda minha família** e também à família do meu marido que é minha também, pelo carinho e motivação que nunca faltaram. Amo todos vocês;

Ao Orientador, **Robério Rodrigues Silva**, por me receber na UESB como orientado e compartilhar de sua experiência;

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

Ao Coorientador, **Gleidson Giordano Pinto de Carvalho** pela ajuda e conhecimento;

Aos professores **Ivanor Nunes do Prado, Vitor Visintin Silva de Almeida e Aline Cardoso Oliveira Visintim**, 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;

A **Laoran e Duda** pelo carinho e amizade;

Aos amigos, grandes amigos **Mateus, Mamá e Peu**, por nos receberem em Itapetinga como família, a mim e ao meu esposo. Também pelas várias reuniões na porta de casa e pelas juntas de panelas;

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

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

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

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA

SILVIA LAYSE MENDES MACHADO, filha de Silvio Machado Silva (*in memorian*) e Adélia Mendes Silva Machado, nasceu em Porteirinha-MG, no dia 13 de setembro de 1987.

Em Março de 2006 iniciou e em Dezembro de 2010 concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Federal de Minas Gerais em Montes Claros.

Em Março de 2011 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Montes Claros, finalizando o Mestrado em março de 2013, realizando estudos na área de adubação de pastagens.

Em março de 2013 iniciou o curso de Doutorado Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, concentrando estudo em Produção e Nutrição de Ruminantes.

Em 7 de março de 2017, submeteu-se à defesa da presente tese.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
I INTRODUÇÃO.....	01
1 Referências.....	9
II OBJETIVO GERAL.....	14
1 Objetivos específicos.....	14
III MATERIAL E MÉTODOS.....	15
1 Descrição do experimento.....	15
2 Avaliação de forragem.....	16
3 Análises e composição química da forragem, suplementos concentrados e fezes.....	18
4 Desempenho animal.....	19
5 Ensaio de Digestibilidade	19
6 Comportamento Ingestivo.....	21
7 Avaliação Econômica.....	22
8 Análise estatística.....	26
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
1. Avaliação de forragem.....	27
2. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos no período das águas.....	29
3. Comportamento ingestivo	35
4. Avaliação Econômica.....	41
V CONCLUSÃO.....	47
VI REFERÊNCIAS.....	48

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Disponibilidade de matéria seca (DMST), disponibilidade matéria seca potencialmente digestível (MSpd), folha, colmo+bainha e material morto (MM) por hectare, durante cada período (28 dias) e valor médio durante todo o período experimental.....	27

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Proporção dos ingredientes na composição dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado...	16
TABELA 2. Composição química da forragem e dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	19
TABELA 3. Indicadores de produtividade para análise econômica da recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado...	22
TABELA 4. Avaliação da forragem na recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	28
TABELA 5. Composição química da dieta total utilizada na recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	29
TABELA 6. Consumo de nutrientes de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	30
TABELA 7. Digestibilidade de nutrientes da dieta de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	32
TABELA 8. Desempenho de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	34
TABELA 9. Atividades de pastejo, ruminação, ócio e alimentação no cocho, tempo de alimentação total e de mastigação total de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	35
TABELA 10. Número e tempo dos períodos de pastejo, ócio, ruminação e alimentação no cocho de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	37
TABELA 11. Variáveis do comportamento de pastejo de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	38

TABELA 12	Variáveis do comportamento de ruminação de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	40
TABELA 13	Eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDNcp de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado...	41
TABELA 14	Consumos, desempenho, taxa de lotação e produção de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	41
TABELA 15	Custos de produção de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	43
TABELA 16	Análise econômica da suplementação de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	45

RESUMO

MACHADO, Silvia Layse Mendes. **Farelo de mamona detoxificado na recria de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período chuvoso**. Itapetinga, BA: UESB, 2017. 67 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

O objetivo do presente estudo foi avaliar o consumo, digestibilidade da matéria seca, nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho animal e análise econômica da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado na recria de bovinos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foram utilizados 40 novilhos mestiços holandês-zebu com peso inicial médio de $283,3 \pm 36,3$ kg, alocados por meio do delineamento inteiramente casualizado, em quatro lotes suplementados com: 0%; 30%; 60%; 90% de substituição do farelo de soja por farelo de mamona no concentrado com nível de suplementação de 0,4% do PC. O experimento foi realizado em 112 dias durante o período chuvoso entre novembro de 2013 e abril de 2014. Os consumos de matéria seca total e de nutrientes não foram influenciados pelas dietas assim como o desempenho dos animais que ganharam em média 1,00 kg/dia. O tempo de pastejo e de mastigação total, assim como, o número de bocados por dia aumentaram linearmente nas dietas com farelo de mamona. O custo operacional por hectare reduziu linearmente com o aumento da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona aumentando por sua vez, o lucro operacional. A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, pode ser efetuada em até 90% na composição do suplemento, sem prejuízo no desempenho de novilhos em recria e com resultado econômico positivo.

Palavras-chave: avaliação econômica, comportamento ingestivo, gado de corte, recria, suplementação em pastejo,

* Orientador: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB e Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Dr. UFBA.

ABSTRACT

MACHADO, Silvia Layse Mendes. **Detoxified castor bean meal in crossbred steers supplemented on pasture in the rainy season.** Itapetinga, BA: UESB, 2017. 67 p. Thesis. (PhD in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production). *

This study aimed to evaluate the intake, dry matter and nutrient digestibility, ingestive behavior, animal performance and economic analysis of the replacement of soybean meal by detoxified castor bean meal of growing crossbred cattle in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A total of 40 dutch-zebu crossbred steers with average initial weight of 283.3 ± 36.3 kg were maintained, using a completely randomized design, in four lots, supplemented with: 0%; 30%; 60%; 90% replacement of soybean meal with castor bean meal in the concentrate with supplementation level of 0.4% of body weight. The experiment was carried out in 112 days during the rainy season between November 2013 and April 2014. The intake of total dry matter and nutrients were not influenced by the diets as well as the performance of the animals that gained an average of 1.00 kg / day. The time of grazing and total chewing, as well as the number of snacks per day increased linearly in diets with castor bean meal. The operational cost per hectare reduced linearly with the increase of soybean meal replacement by the castor bean meal, increasing in turn the operating profit. The substitution of soybean meal for detoxified castor bean meal can be carried out up to 90% in the composition of the supplement, without prejudice to the performance of steers in rearing and with a positive economic result.

Key words: economic evaluation, ingestive behavior, beef cattle, grazing supplementation

* Supervisor: Robério Rodrigues Silva, Dr. UESB and Co-supervisor: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB and Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Dr. UFBA.
and Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, Dr. UFBA.

I INTRODUÇÃO

O sistema de produção de gado de corte em pastagem deve ser considerado como um sistema complexo e dinâmico. O seu sucesso é determinado pelo manejo correto de três tipos de recursos: recurso nutricional basal, recurso nutricional suplementar e recursos genéticos (DETMANN et al., 2014). Nesse caso, o recurso nutricional basal é o pasto que sofre com variações sazonais que prejudicam a disponibilidade de alimentos ao longo do ano. Nas condições de pastagem, existem grandes variações na produção de matéria seca e na qualidade da pastagem, afetando negativamente a produtividade animal, promovendo alterações no comportamento ingestivo dos mesmos (PARDO et al., 2003).

As pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos na produção de carne (DIAS-FILHO, 2014). Assim, soluções alternativas devem ser consideradas para atender às necessidades de pastejo tendo em vista variações quantitativas e qualitativas dos recursos forrageiros ao longo do ano (PAULINO et al., 2002).

A suplementação alimentar dos animais se configura em uma prática eficaz de apoio à pastagem, visando uma produção eficiente e compatível com o objetivo da propriedade. Uma vez que a mesma pode contribuir no equilíbrio de nutrientes deficientes na forragem basal.

Sendo assim, a mesma deve ser planejada considerando os objetivos e metas de produção, uma vez que, o uso indiscriminado dos suplementos, pode acarretar na redução da utilização da pastagem (DETMANN et al., 2014). A suplementação em pastejo possibilita aperfeiçoar o desempenho animal, promovendo aumento da capacidade de suporte da pastagem (REIS et al. 2012), o que possibilita redução do ciclo de produção até o abate, terminando os animais mais jovens e mais pesados.

Para alcançar o sucesso numa estratégia de suplementação em pastejo deve ser levado em consideração que a mesma possa ser dividida em duas etapas: a primeira é a maximização do uso da forragem basal, corrigindo os déficits nutricionais da forragem em determinadas épocas do ano, potencializando o consumo e a digestão de maneira mais eficiente. E uma segunda etapa que seria adicionar suplementos ao sistema para suprir exigências com o objetivo de alcançar metas de produção como o ganho de peso diário e a idade de abate. Essa segunda etapa depende de planejamento e conhecimento

nutricional por parte do produto e técnicos responsáveis (DETMANN et al., 2014). Além disso, a suplementação também é uma ferramenta que permite aumentar a capacidade de suporte produtiva, aumentando a utilização das pastagens em seus picos de produção e elevando o nível de produção por área (PAULINO et al., 2004). Porém, se for ofertada maior quantidade de concentrado, o comportamento ingestivo, consumo e a digestibilidade da forragem são afetados e os custos com a suplementação aumentam (VALADARES FILHO et al., 2006).

Embora no período chuvoso os pastos tropicais não sejam considerados deficientes em proteína, elevada proporção dos compostos nitrogenados totais do pasto, pode ser encontrada na forma insolúvel em detergente neutro (PAULINO et al., 2008), considerada de lenta e incompleta degradação, podendo implicar em deficiências de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais. Mesmo no período das águas, quando normalmente há maior quantidade de forragem disponível, podem ser observadas melhorias no desempenho animal em consequência do equilíbrio de nutrientes (BARROS et al., 2015), mostrando resultados de desempenho satisfatórios na otimização da produtividade por área, uma vez que possibilita aumento do desempenho individual (SANTOS et al., 2016), melhorando eficiência de uso de nutrientes (FIGUEIRAS et al., 2015) sem a necessidade de aumento de rebanho ou de área produtiva.

Caracteriza-se um desafio dentro da nutrição animal os produtores arcarem com os elevados custos dos insumos utilizados para suprir as necessidades dos animais. O custo com alimentação pode representar de 60 a 80% do custo de produção total, dependendo do sistema de criação. Para isso, o produtor deve-se atentar para a variação de preços dos principais ingredientes disponíveis utilizados na suplementação de bovinos. Uma das alternativas para viabilizar a suplementação seria o uso de coprodutos regionais, como o farelo de mamona, por exemplo, que comprovadamente possam ser utilizados em substituição parcial ou total aos alimentos tradicionais com a perspectiva de reduzir substancialmente o custo do suplemento (SILVA et al., 2010). Todavia, cautela e avaliação prévia são necessárias na tomada de decisão desses coprodutos, avaliando além do preço por unidade as consequências no consumo e desempenho animal.

A utilização de coprodutos na alimentação de ruminantes é uma alternativa que pode melhorar a eficiência produtiva e a rentabilidade das atividades agrárias (OLIVEIRA et al., 2012).

A busca por fontes de energia alternativas que supram as demandas do mundo moderno e que venham substituir em parte as fontes não renováveis tem sido motivo de inquietude para a sociedade nos últimos anos. Devido às pressões ambientais e legislações estabelecidas para se reduzir o uso de combustíveis fósseis, o biocombustível tornou-se uma das formas mais eficientes para diversificar a matriz energética. O uso do biocombustível se justifica dada a sua contribuição ao meio ambiente, reduzindo a emissão de gases causadores do efeito estufa.

O biocombustível é obtido a partir da transesterificação dos óleos vegetais por adição de alcoóis (metanol ou etanol) na presença de catalisador (NaOH ou KOH, 0,3-0,6%) (BUAINAIN e BATALHA, 2007; CARVALHO et al., 2012; LARDY, 2008).

Após a extração do óleo, para produção do biocombustível, são gerados resíduos, não mais utilizados pelas indústrias, que, com a expansão da cadeia produtiva do biocombustível, necessitarão de uma destinação, que não resulte em poluição ambiental e possa trazer retorno econômico. Esses são denominados coprodutos e apresentam composição passível de serem utilizados na alimentação animal através da fermentação microbiana (CARRERA et al., 2012). Os coprodutos podem ser substituídos total ou parcialmente pelas fontes comumente utilizadas na alimentação de ruminantes, podendo reduzir custos com alimentação e produção animal, sem comprometer o desempenho animal (GOES et al., 2008). Para ampliar e fortalecer o uso desses coprodutos na alimentação de ruminantes são necessários estudos complementares para eliminar possíveis riscos e conhecer o potencial desses alimentos. (OLIVEIRA et al., 2012)

Existem diversas fontes alternativas de matéria-prima no país para a produção do biocombustível, bem como a soja que representa 81% da produção. O caroço de algodão representa 8% da produção, 5% correspondem ao sebo, 4% à palma, 2% à mamona e 1% ao girassol (ABDALLA et al., 2008).

A mamona (*Ricinus comunis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família *Euforbiaceae*, que produz sementes ricas em óleo glicídico solúvel em álcool. A casca de mamona representa, em média, 25% do peso do fruto, sendo os 75% restante correspondente ao peso total das sementes (baga), configurando-se numa espécie muito promissora para a produção de biocombustível.

Segundo estimativas da CONAB (2016), para a safra 2015/2016, a produção atual de mamona no Brasil é de 96,7 mil toneladas. A cultura da mamona apresenta produtividade média de 755 kg por ha por ano, com teor de óleo nas sementes em torno

de 43 a 45%, o que permite o rendimento em óleo na ordem de 332 kg por hectare (CONAB, 2016). Para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados cerca de 530 kg de torta de mamona (SEVERINO, 2005). Como a produção brasileira de mamona atual é de 96,7 mil toneladas estima-se que tenham sido produzidas, aproximadamente, 50,88 mil toneladas de torta de mamona anual.

Após a extração do óleo por meio de prensagem obtém-se a torta de mamona e o farelo é resultado da extração por meio de solventes. A diferença entre os dois é basicamente o teor de gordura uma vez que o extrato etéreo é mais eficientemente extraído por meio de solvente que por meio de prensagem (CÂNDIDO et al., 2008).

A utilização de coprodutos da indústria do biodiesel, na alimentação animal, deve ser feita de forma cautelosa, devido substâncias tóxicas e ou fatores anti-nutricionais que podem estar presentes, seja devido ao processo de extração ou mesmo características intrínsecas das oleaginosas. No caso da mamona (*Ricinus comunis* L.), estão presentes a ricina, a ricinina e a fração alergênica (CB-1A). A ricina está presente exclusivamente no endosperma da semente responsável pela toxidez da mamona (SEVERINO, 2005). A ricina se classifica como uma lectina, ou seja, uma proteína que tem um sítio receptor específico para um açúcar ou uma unidade de oligossacarídeo; pertence à família das lectinas A-B, isto é, composta por duas subunidades, uma delas com atividade enzimática e a outra com um sítio de ligação específica ao açúcar galactose, exercendo seu mecanismo de toxidez através da inativação dos ribossomos que leva à redução da síntese proteica no organismo dos animais que a consomem, prejudicando o seu metabolismo. A fração alergênica se trata de um conjunto de glicoproteínas denominado CB-1A. A ricinina é um alcalóide que pode ser encontrado em todas as partes da planta e que não apresenta alta toxidez para os animais.

A transformação do farelo de mamona em um produto 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 (PERONE et al., 1966). 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 chamado de Lexprotéico (CÂNDIDO et al., 2008).

Recentemente, Oliveira et al. (2008) avaliaram o efeito da detoxificação do farelo de mamona por meio de tratamento alcalino (hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 ou óxido de cálcio CaO , nas doses de 20, 40 ou 60 g por kg,) ou tratamento térmico

(autoclave com pressão de 1,23 kgf/cm² ou 15 psi a 123° PC, durante 30, 60 ou 90 minutos). A eficácia de 100% de detoxificação com Ca(OH)₂ na dose de 40 g por kg de farelo ou com autoclave em 15 psi, durante 60 minutos (ANANDAN et al., 2005), não se confirmou no estudo de Oliveira et al. (2008), ou seja somente os tratamentos com Ca(OH)₂ ou CaO, diluídos em água (1:10), na dose de 60 g por kg de farelo, ou com autoclave (90 minutos), mostraram-se eficazes em destoxificar a ricina.

Portanto, o uso da mamona em ruminantes, tem sido relatado por vários autores (DINIZ et al., 2010; BARROS et al, 2011; LIMA II, 2015; MATOS 2015; POMPEU et al., 2012; PORTO JÚNIOR, 2015; SOUZA, 2015). A utilização desse coproduto tem sido justificada pela substituição do farelo de soja, um alimento proteico de elevado custo, não alterando o desempenho dos animais e proporcionando redução de custos com a suplementação, melhorando a lucratividade da propriedade rural.

Na suplementação de animais de corte os seguintes autores testaram níveis de inclusão do farelo de mamona na dieta total. Lima II (2015) e Diniz et al., 2010 trabalharam com novilhos mestiços com 5 e 3% de inclusão do farelo de mamona na dieta total não encontraram diferenças no consumo de nutrientes e ganho de peso dos animais. Já Barros et al. (2011) e MATOS (2015), com maior inclusão de farelo de mamona de 8 e 12,5% na dieta total, encontraram redução no consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta e efeitos no comportamento ingestivo, porém ambos sem prejuízo no ganho de peso dos animais.

O farelo de mamona pode ser utilizado em dietas de ovinos como alimento proteico alternativo sem prejuízo no consumo de nutrientes e desempenho dos animais, participando em até 8% da dieta total conforme Furtado et al. (2012) e até 67% de substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos Pompeu et al. (2012).

Na suplementação de vacas leiteiras o farelo de mamona foi testado por vários autores como Porto Júnior (2015) e Souza (2015) sem efeito prejudicial no desempenho produtivo dos animais com nível de inclusão de até 10% de farelo de mamona na dieta total. Porém tem efeito no comportamento ingestivo desses animais.

Portanto, o estudo do comportamento alimentar em pastejo tem sua grande contribuição na produção de ruminantes, pois auxilia nortear e embasar diversas discussões relacionadas ao consumo de nutrientes, associado ao desempenho dos animais na experimentação (SANTANA JÚNIOR et al., 2013).

Na análise comportamental de ruminantes são estudadas a influência das características dos alimentos e do ambiente nas variáveis de pastejo, ruminação e outras

atividades desses animais. Segundo Hodgson et al. (1994), o comportamento ingestivo de bovinos mantidos a campo caracteriza-se por períodos longos de alimentação, esses animais chegam a pastejar durante 4 a 12 horas por dia.

Os ruminantes ao ingerirem o alimento, o mastigam superficialmente, sendo transportado até o rúmen e retículo e, 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, desta forma, a degradação e digestão destes. Isso ocorre devido ao aumento da superfície de contato da partícula do alimento, facilitando a ação dos microrganismos ruminais e melhorando a absorção dos nutrientes. O tempo total de ruminação pode variar de 4 até 9 h, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora (FRASER e BROOM, 1990). Portanto, a eficácia de ruminação é importante no controle da utilização de volumosos (BURGUER et al., 2000).

Os animais se alimentam em pequenos espaços de tempo, cada um destes caracterizando uma refeição, sendo que o número de refeições diárias varia de espécie para espécie e apresenta distribuição irregular ao longo das 24 horas, havendo preferência das espécies domésticas pela alimentação diurna (TEIXEIRA, 1998).

Neste sentido, a avaliação do comportamento ingestivo é importante para se conhecer respostas diante da estrutura do pasto bem como a variedade de forrageira utilizada. Em animais criados extensivamente, o pastejo é um processo de elevada complexidade, que envolve características do herbívoro e do alimento presente em seu ambiente (PRACHE et al., 1998).

Nesse enfoque Zanine et al. (2007) observaram diferentes tempos de pastejo em animais sob pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, manejados em mesma altura de pastejo, refletindo no desempenho desses animais. Isso sugere que estratégias de manejo devem considerar as diferenças no comportamento de pastejo dos animais, uma vez que o tempo de pastejo determina o quanto de forragem será ingerido, o gasto de energia na apreensão da forragem e por fim, o desempenho dos animais.

Os ruminantes tem a capacidade de alterar o comportamento ingestivo para minimizar situações desfavoráveis de alimento. Contudo isso pode ocasionar queda no consumo diário de forragem, em situações mais críticas (HODGSON, 1990). Complementando essa teoria Santos et al. (2009), afirmaram que em situações de pastagens com baixa qualidade e quantidade de forragem, sobretudo pouca disponibilidade de folhas e alta quantidade de colmos, essas são pouco consumidas, promovendo a seleção de componentes mais desejados, resultando em aumento do

tempo total de pastejo, conseqüentemente, mudanças no comportamento ingestivo e baixo ganho de peso dos animais.

Em situações de massa de forragem maior ou pastos mais altos, observa-se uma redução no tempo da atividade de pastejo, uma vez que se otimiza essa atividade, possibilitando bocado de maior tamanho e melhores níveis de ingestão (TREVISAN et al., 2004).

Gontijo Neto et al. (2006) afirmam que em pastagens manejadas com alta oferta de forragem, a ingestão de matéria seca é reduzida, uma vez que a densidade da forragem é baixa e nos estratos superiores ocorre uma dispersão das folhas, dificultando o bocado e reduzindo a massa deste. O animal tenta compensar esse prejuízo aumentando o tempo de pastejo. Entretanto há um limite até onde os animais aumentam a taxa de bocados bem como o tempo de pastejo conforme afirmam Barbosa et al. (2013).

Avaliando dias de ocupação em piquetes, Difante et al. (2009) perceberam aumento linear no tempo de pastejo conforme os animais permaneciam no piquete por até três dias. Justificado pelas mudanças nas características estruturais do dossel durante os três dias que os animais estiveram nos piquetes, como altura do pasto e composição morfológica da massa de forragem.

Além da avaliação de aspectos como nutrição, suplementação, ganho de peso, idade ao abate entre outros, o sucesso de uma propriedade agropecuária, assim como de qualquer empresa, passa pela gestão de seus recursos financeiros, insumos, pessoal e todos os fatores que influenciam na produtividade da atividade, seja ela de qual ramo for. Uma gestão bem feita deve levar em consideração não apenas esses fatores, mas também, a atividade deve ser técnica e economicamente viável.

Para um determinado produto agropecuário, o ideal seria que o preço de venda permita cobrir os custos de produção e de comercialização e que tenha uma margem de lucro, o que permite que a empresa se mantenha competitiva no mercado. Uma vez que o produtor pouco influencia no preço de mercado do seu produto, seu lucro dependerá do seu custo de produção (NACHILUK e OLIVEIRA 2012).

Nesse sentido, para um bom gerenciamento financeiro é necessário na contabilização dos custos inerentes à produção e por vezes, esse processo se torna uma tarefa difícil dada à complexidade das fontes de gastos dentro de uma fazenda. Outro entrave enfrentado é a diversidade de metodologias existentes e cabe ao técnico

responsável pela propriedade, determinar um método que facilite a análise de rentabilidade da atividade necessária para a tomada de decisão do produtor.

Custo de produção é a soma dos gastos utilizados no processo produtivo de determinada atividade. Representa os recursos gastos com os insumos, operações e serviços utilizados no sistema de produção (REIS, 2002). É composto pelos custos diretos (mão de obra, medicamentos, ração, adubos), que podem ser calculados com exatidão; e os custos indiretos, que não se associam diretamente à atividade (mão de obra indireta, depreciação de máquinas e construções, administração, serviços, etc) (NACHILUK e OLIVEIRA, 2012).

Em empresas agropecuárias, esse custo pode ser calculado de várias maneiras de acordo com o objetivo de produção. No caso de produção de carne, o custo pode ser calculado por quilo de peso vivo, por ganho por animal num determinado período, ou em arrobas. Se os animais forem abatidos, esse custo pode ser por quilo de carne ou carcaça por animal. Outro indicador muito importante é o custo por área, sendo o custo de produção dividido por hectare (ha). Essa informação permite o produtor ter a dimensão da produtividade da propriedade.

A renda bruta é determinada pela soma de todos os produtos obtidos pela propriedade rural multiplicado pelo preço de mercado do produto. É a receita esperada para determinada atividade para um preço de venda pré-definido. A análise da renda bruta, isoladamente, é pouco conclusiva, pois nem sempre os tipos de sistemas de exploração que apresentam maior renda bruta são os melhores do ponto de vista econômico. Às vezes uma atividade que gera uma alta renda também necessita de um alto custo de produção, por isso torna-se importante comparar os custos associados, ou seja, o montante investido na produção (LOPES e CARVALHO, 2002).

O lucro operacional é um importante indicador de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita, após o pagamento de todos os custos operacionais (MARTIN et al. 1998).

O uso de suplementos na alimentação de animais para produção de carne em pastejo, em alguns casos, pode não ser economicamente viável, uma vez que o custo com a alimentação é significativamente elevada em algumas épocas do ano, devido a oscilações dos preços de ingredientes como o milho e a soja, o que motiva a busca por alimentos alternativos. Assim, é da responsabilidade dos nutricionistas avançar nos estudos de estratégias de alimentação que reduzem os custos de produção (ALMEIDA et al., 2014).

1. REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.S.; GODOI, A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, Suplemento Especial, p.260-268, 2008.
- ALMEIDA, V. V. S, SILVA, R.R., QUEIROZ, A.C, et al. Economic viability of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing crossbred calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 7 p. 382-389, 2014.
- ANANDAN S.; ANIL KUMAR, G.K.; GHOSH J. et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal feed science and technology**, v.120, p.159-168, 2005.
- BARBOSA, M. A. A. F.; CASTRO, L.M.; BARBERO, R. P. et al. Comportamento ingestivo de bovinos mantidos em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejado em diferentes alturas de pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4113-4120, 2013.
- BARROS, L. V.; PAULINO, M. F.; MORAES, E. H. B.K. et al. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1583-1598, 2015.
- 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**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 843-851, 2011.
- BUAINAIN, A.M.; BATALHA, M.O. **Cadeia Produtiva da Agroenergia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, v. 3, p.112, 2007.
- BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; et al . Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.
- CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S. et al. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona. III. Salvador, 2008.
- CARRERA, R.A.B.; VELOSO, C.M.; KNUPP, L.S. et al. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1202-1211, 2012.
- CARVALHO, P.L.O.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. et al. Crude glycerine in diets for piglets. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1654-16661, 2012.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 12 de março de 2016.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos: uma revisão baseada em resultados obtidos no Brasil. **Semina Ciências Agrárias**, v.35, p.2829-2854, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2006. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). 36 p. 2014.

DIFANTE, G. S.; EUCLIDES, V. P. B; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 38, n.6, p.1001-1008, 2009.

DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S. Effects of Castor Meal on the Growth Performance and Carcass Characteristics of Beef Cattle. **Asian-Australian Journal of Animal Science**. v. 23, n. 10, p. 1308-1318, 2010.

FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; BATISTA, E.D.; RUFINO, L.M.A.; VALENTE, T.N.P.; REIS, W.L.S. e FRANCO, M.O. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Archivos de zootecnia**. V. 64, n. 247, p. 270. 2015.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm Animal Behavior and Welfare**. 3. ed. London: Bailliere Tindall, 1990.

FURTADO, R. N.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; et al. Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.155-162, 2012.

GOES, R.H.T.B.; TRAMONTINI, R.C.M.; ALMEIDA, G.D. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 715-725, 2008.

GONTIJO NETO, M. M.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; et al . Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p.60-66, 2006.

HODGSON, J. et al. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. **National conference on forage quality, evaluation and utilization**. Nebraska: University of Nebraska, p.796-827, 1994.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley e Sons., p. 203. 1990

LARDY, G. Biodiesel benefits for cattle producers: feeding byproducts of biodiesel production. **Western Organization of Resource Councils**. p. 28, 2008.

LIMA II, A. C. R. **Recria de bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagens**. 2015. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

LOPES, M. A.; CARVALHO, F.M. Custo de Produção do Gado de Corte. **Universidade Federal de Lavras - UFPA**. Lavras, MG, 2002. Disponível em: <http://www.visualengenharia.com.br/empreendimentos/economia/eucalipto/bol_47%20-%20bovinocultura%20custos.pdf> Acesso em: 12 set. 2016.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. **Sistema integrado de custos agropecuários** – CUSTAGRI. Informações econômicas. v. 28, p.7-28, 1998.

MATOS, L. H. A. **Farelo de mamona na alimentação de novilhas suplementadas em pastagem**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador.

NACHILUK, K.; OLIVEIRA, M. D. M. Custo de Produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. Instituto de Economia Agrícola. v. 7, n. 5, 2012.

OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleos de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G; RIBEIRO, O. L. et al. Coprodutos do biodiesel utilizados na alimentação de ruminantes. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**. Literature Reviews 25: 625-638. 2012.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; 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.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 6., 2008, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p. 275-305, 2008.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica. In: IV Simpósio de produção de gado de corte, SIMCORTE, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, p.93-144, 2004.

PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE. p.153-196, 2002.

PERONE, J.C.; IACHAN, A.; DOMONT, G.B. et al. **Contribuição ao estudo da torta de mamona**. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 51p. 1966.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S. et al. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41 p. 726-733. 2012.

PORTO JUNIOR, A. F. **Farelo de mamona detoxicada em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga* – (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ/UESB), p. 68, 2015.

PRACHE, S. et al. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, v.48, p.1-11, 1998.

REIS, R. A., RUGGIERI, A. C., OLIVEIRA. et al. Suplementação como Estratégia de Produção de Carne de Qualidade em Pastagens Tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, n. 13 v. 3, p. 642-655, 2012.

REIS, R.P. **Fundamentos de economia aplicada**. Ed. revisada e ampliada. Lavras: UFLA/FAEPE, 95p. 2002.

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P. et al. Correlation between intake and ingestive behavior of pasture-grazed heifers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2963-2976, 2013.

SANTOS, E. R. S.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; et al. Produção de bovinos em pastagens de capim braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 635- 642, 2009.

SANTOS, M. E. R.; SANTOS, A. D.; FONSECA, D. M. et al. Cattle production supplemented on signal grass pastures during the rainy season. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 53-60, 2016.

SEVERINO. L. S. **O que sabemos sobre a Torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, (Documento 134) 31p, 2005.

SILVA, D.C.; ALVES, A. A. A.; VASCONCELOS, V. R. et al. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona detoxificado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá**, v. 32, n. 2, p. 219-224, 2010.

SOUZA, D. D. **Farelo de mamona em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga* – (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ/UESB). 93 p. 2015.

TEIXEIRA, J.C. **Fisiologia digestiva dos animais ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 171p.

TREVISAN, N. B.; QUADROS, F. L. F.; SILVA, A. C. F.; 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.; 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: **Anais...** SBZ: UFPB, v. 35, p. 291-322, 2006.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D.J. et al. Comportamento ingestivo de bovinos de diferentes categorias em pastagem de capim coast-cross. **Biosciense. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 111-119, 2007.

II OBJETIVO GERAL

O objetivo com o presente estudo foi identificar o melhor nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado com óxido de cálcio na recria de bovinos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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

Avaliar possíveis alterações no comportamento ingestivo de novilhos mestiços com a inclusão de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja;

Avaliar o desempenho de novilhos mestiços 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

1 Descrição Experimental

O experimento foi conduzido na fazenda Princesa do Mateiro, município de Ribeirão do Largo, localizado na região sudoeste do estado da Bahia, numa área de 14 hectares, dividida em 12 piquetes de aproximadamente 1,17 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu manejados em pastejo intermitente divididos em 3 módulos de 4 piquetes.

Foram utilizados 40 novilhos mestiços holandês-zebu com peso inicial médio de $283,3 \pm 36,3$ kg, divididos em 4 grupos que permaneceram em cada piquete por sete dias (4 piquetes ocupados) e, após esse período, os grupos trocavam de piquete dentro do módulo e somente depois de 28 dias mudavam de módulo. Essa rotação foi feita para reduzir a influência da variação de biomassa entre os piquetes nos resultados.

Os animais foram pesados e alocados por meio do delineamento inteiramente casualizado, em quatro lotes com dez animais, identificados com numeração individual em brincos plásticos e receberam suplementação nos seguintes níveis: FM0 = 0%; FM30 = 30%; FM60 = 60%; e FM90 = 90% que correspondem aos níveis de substituição do farelo de soja por farelo de mamona detoxificado no concentrado.

A dieta foi formulada para um ganho de peso diário de 1 kg de acordo com os requerimentos preconizados pelo NRC (2000). O suplemento foi fornecido para consumo de 0,4% do peso corporal. Os animais foram alimentados e mantidos em recria por 112 dias, de 30 de novembro de 2013 a 18 de abril 2014, durante o período das chuvas. O período de adaptação à dieta foi de 14 dias.

Os suplementos continham sorgo triturado, farelo de soja, farelo de mamona detoxificado, ureia e sal mineral de acordo com as proporções apresentadas na Tabela 1. O farelo de mamona utilizado foi previamente detoxificado com a utilização de óxido de cálcio (CaO) na dose de 60g para cada kg de farelo, conforme a metodologia de Oliveira et al. (2008). A suplementação foi fornecida diariamente, às 10 h, em cochos plásticos, coletivos, com duplo acesso, sem cobertura, com dimensionamento linear de 70 cm por animal.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes na composição dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Ingredientes	Níveis de substituição			
	0%	30%	60%	90%
Sorgo Moído	62,2%	62,1%	62,0%	62,0%
Farelo de Soja	30,7%	21,5%	12,3%	3,1%
Farelo de Mamona detoxificado	0,0%	9,3%	18,6%	27,9%
Ureia	4,0%	4,0%	3,9%	3,9%
Sal	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%

Sal Mineral: Níveis de Garantia por kilograma de produto. Cálcio 185 g, Fósforo 60 g, Sódio 107 g, Enxofre 12 g, Magnésio 5.000 mg, cobalto 107 mg, Cobre 1.300 mg, Iodo 70 mg, Manganês 1.000 mg, Selênio 18 mg, Zinco 4.000 mg, Ferro 1.400 mg, Flúor 600 mg

Foi realizada uma adubação dia 30 de novembro de 2013 com 100 kg de ureia por hectare em forma de ureia agrícola em toda a área no início do experimento.

2 Avaliação da Forragem

A forragem foi monitorada a cada 28 dias com o objetivo de avaliar a qualidade da forragem ofertada na entrada dos animais do piquete e a quantidade de forragem residual após a saída dos animais.

Avaliou-se a disponibilidade de forragem por meio de amostragens tanto nos quatro piquetes ocupados (saída), quanto nos piquetes que seriam utilizados posteriormente (entrada) conforme o método da dupla amostragem (WILM et al., 1994). Antes do corte no nível do solo, foi estimada a disponibilidade da biomassa da amostra de acordo com uma escala de escores proposta por Haydock e Shaw (1975). Para proceder tal avaliação, no primeiro dia de cada período, em cada piquete, amostras foram cortadas no nível do solo com um quadrado de 0,25 m².

As amostras colhidas em cada piquete foram pesadas, em balança digital portátil, em seguida foi feita uma amostra composta das mesmas para determinar disponibilidade de forragem e para posteriores determinações da composição química. Em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e depois devidamente congeladas em freezer à -10°C. Outra amostra foi realizada a separação manual dos componentes (lâmina foliar, colmo e material morto), os quais foram pesados para obter o percentual de cada componente e armazenados em sacos plásticos previamente identificados e congelados em freezer á -10°C.

A fim de avaliar a composição química da forragem consumida, foram efetuadas amostragens utilizando-se a técnica de pastejo simulado conforme Johnson (1978). Essa técnica consiste no corte das plantas feito manualmente ou com auxílio de um cutelo, simulando o ato de pastejo dos animais, observando-se a altura do estrato pastejado e os componentes morfológicos apreendidos.

No intuito de estimar o acúmulo de biomassa no tempo foi utilizada a técnica do triplo emparelhamento (MORAES et al., 1990), 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 taxa de acúmulo diário de MS pelo número de dias do período.

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

$$TADJ = (Gi - Fi - 1)/n$$

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

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

F_{i - 1} = matéria seca final 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 sendo 450 kg de PC, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$TL = (UAt)/\text{área}$$

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):

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

Onde:

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: $DMSpd = DTMS * \%MSpd$

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

DTMS = 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:

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

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;

PV = peso vivo dos animais, em kg/ha.

3 Análises e composição química da forragem e suplementos concentrados

A composição química das fezes, forragem e dos suplementos foi analisada após a secagem e moagem em moinho tipo Willey, a 1 mm conforme as metodologias descritas por Detmann et al. (2012) (Tabela 2). Os teores de matéria seca (MS), segundo método INCT-CA G-001/1; matéria mineral (MM), segundo método INCT-CA M-001/1; proteína bruta (PB), segundo método INCT-CA N-001/1; extrato etéreo (EE), segundo método INCT-CA G-004/1; fibra em detergente neutro (FDN), segundo método INCT-CA F-002/1; e correções para proteína e cinzas (FDNcp), respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1; Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), segundo método INCT-CA F-009/1.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) das amostras foram calculados conforme a fórmula relada por Detmann et al. (2010):

$$CNF = 100 - (PB\% + EE\% + MM\% + FDNcp)$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2000):

$$NDT = PBD + (EED \times 2,25) + FDND + CNFD$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Tabela 2. Composição química da forragem e dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Componente nutricional (%)	Forragem		Níveis de substituição			
	Pastejo simulado	F. Mamona	0%	30%	60%	90%
MS	30,42	87,76	88,16	88,09	85,48	86,54
MM	9,46	16,90	5,64	7,32	8,33	9,25
PB	11,36	36,52	33,4	32,15	30,59	29,19
EE	1,53	1,47	0,66	0,59	0,49	0,41
FDNcp	62,42	50,75	32,29	35,33	38,72	41,77
CNFcp	15,24	5,64	34,21	30,29	40,03	36,73
FDNi	16,35	45,11	0,89	4,31	8,33	14,80

MS matéria seca; MM matéria mineral; PB proteína bruta; EE estrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro.

4 Desempenho Animal

A fim de avaliar o desempenho dos animais em resposta às dietas, os mesmos foram pesados ao início e no final do experimento. Também foram realizadas pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para a determinação do ganho médio diário e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram precedidas por jejum alimentar de 12 horas.

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

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

$$CA = (CMS/GMD)$$

Em que o CMS é o consumo diário de matéria seca em kg por dia e GMD é o ganho médio diário em kg.

5 Ensaio de Digestibilidade

Todos os animais do experimento foram submetidos a um ensaio de digestibilidade realizado no mês de março de 2014 com duração de 12 dias. Para estimar a excreção fecal (EF) utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente em dose única de 10 gramas durante 11 dias sendo sete dias para

adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes.

A coleta de fezes foi realizada uma vez por dia, no próprio piquete onde os animais se encontravam. Logo após os animais defecarem espontaneamente, amostras das fezes foram coletadas do chão, com acuidade para evitar contaminação por corpos estranhos, e depois foram identificadas. As fezes foram armazenadas em congelador a -10°C e posteriormente processadas e analisadas por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) para a dosagem de cromo foi executada segundo método INCT-CA M-005/1, conforme metodologias descritas em Detmann et al. (2012)

Para determinação do consumo individual de suplemento (CMSs) foi utilizado o dióxido de titânio, 15 g/animal, misturados ao suplemento imediatamente antes do fornecimento, seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico. A determinação da concentração de titânio foi executada segundo método INCT-CA M-007/1 descrita por Detmann et al. (2012). A leitura foi feita em espectrofotômetro de absorção, no Laboratório de Fisiologia do departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. O consumo individual de concentrado foi estimado dividindo-se a excreção total de TiO_2 pela sua respectiva concentração no concentrado.

A estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi realizada utilizando o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 288 horas de 0,5 g de amostras de forragem, concentrado e fezes em duplicata, moídas a 2 mm, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 ($100g.m^2$), 5 x 5 cm, segundo método INCT-CA F-009/1 descrito por Detmann et al. (2012).

A estimativa do consumo de MS total foi calculada da seguinte forma:

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

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

6 Comportamento Ingestivo

Foi realizada a avaliação do comportamento ingestivo dos animais durante o experimento durante a época das águas (13 a 16 de fevereiro de 2014). As variáveis comportamentais estudadas foram: os tempos de pastejo, ruminação, ócio e cocho. As atividades comportamentais foram consideradas mutuamente excludentes, conforme definição de Pardo et al. (2003). Foram realizadas observações a cada 5 minutos, por um período de 96 horas ininterruptas conforme metodologia de Almeida et al. (2014a). A cada período de 24 horas foi realizado um rodízio dos animais nos piquetes de modo a reduzir influências das diferenças inerentes aos piquetes.

A discretização das séries temporais foi realizada diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de pastejo, ruminação, ócio e cocho, conforme descrito por Silva et al. (2006). 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.

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

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

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

Em adição, foi obtido do número de mastigações meréricas (MMB) e o tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal (Tbo), para cada animal, feitas através de observações de três ciclo de bolos ruminais em dois períodos diferentes do dia (antes e após o fornecimento do concentrado), segundo Burger et al. (2000).

Para a obtenção do número de bolos diários (BOLDIA), realizou-se a divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente. O consumo de MS por bolo (gBOL) foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual pelo número de bolos ruminados por dia.

A taxa de bocado (TxBOC) dos animais 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 e 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.

As variáveis g de MS (MSref) e FDN (FDNref) por refeição foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de períodos de alimentação por dia. A eficiência de alimentação e ruminação (EAMS, EAFDN, ERMS e ERFDN), 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.

7 Avaliação Econômica

Foi realizada a análise das variáveis de produtividade e a esquematização dos custos de produção com o objetivo de calcular os indicadores de rentabilidade, almejando avaliar a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona na recria de novilhos mestiços com suplementação em sistema de pastejo.

Na tabela 3 estão descritos os indicadores utilizados para a realização dos cálculos da viabilidade econômica.

Tabela 3. Indicadores de produtividade para análise econômica da recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Indicadores	Níveis de substituição			
	0	30	60	90
Nº de animais por dieta (n)	10	10	10	10
Período experimental (dias)	112	112	112	112
PCinicial (kg)	280,4	288,7	283,3	280,9
PCfinal (kg)	391,1	404,8	389,4	398,4
PCmédio (kg)	335,8	346,8	336,3	339,6
Área de pastagem por tratamento (ha)	3,25	3,25	3,25	3,25
Taxa de Lotação (UA.ha ⁻¹)	2,39	2,54	2,42	2,44
GMD (kg.dia ⁻¹)	0,99	1,04	0,95	1,05
Consumo de suplemento (kg.dia ⁻¹)	1,56	1,64	1,56	1,57
Preço do suplemento (R\$.kg ⁻¹)	0,86	0,80	0,74	0,68

PC: peso corporal, GMD: ganho médio diário

Os custos de produção foram determinados segundo metodologia de Reis (2002) que recomenda a esquematização do custo total de produção em custos fixos e variáveis. Por definição, o custo fixo representa os elementos de despesas independentes do volume produzido, tais como terra, benfeitorias, depreciação e juros sobre o capital

empatado. Nos custos variáveis (CV) estão agrupados todos os componentes que participam do processo produtivo, na medida em que a atividade se desenvolve, ou seja, aqueles que incidem somente se houver variação na produção. São eles: custos com ração, mão de obra, medicamentos, fertilizantes e compra de animais, ou seja, desembolsos no curto e médio prazo. Também chamado de custo operacional efetivo representa o desembolso efetivo realizado pelo produtor.

O custo por quilograma do suplemento foi obtido com base no preço dos insumos e da respectiva composição, com base na matéria natural, de cada ingrediente utilizado: sorgo: R\$ 0,43 kg; farelo de soja: R\$ 1,46 kg; farelo de mamona: R\$ 0,80; ureia: R\$ 1,60 kg; sal mineral: R\$ 1,80 kg (Preços de compra na praça comercial de Itapetinga-BA).

O valor médio do preço da @ do boi magro e do boi gordo ambos de R\$ 150,00 foi obtido a partir da tomada de preço da praça comercial de Itapetinga-BA.

Os custos com medicamentos, manutenção de cercas e de pastagens e impostos por animal são de acordo com o ANUALPEC 2016 (medicamentos R\$ 10,72 animal⁻¹; manutenção de cercas R\$ 6,12 animal⁻¹; manutenção da pastagem R\$ 51,95 animal⁻¹ e impostos R\$ 2,64 animal⁻¹).

Já os custos com mão-de-obra (R\$ 143,01 animal⁻¹), foram calculados com base no valor do salário mínimo vigente, mais encargos e o número de funcionários da fazenda em que se realizou pesquisa.

A partir dos indicadores descritos, foi possível calcular as variáveis de produção, custos e análise econômica da utilização do farelo de mamona na suplementação em pastejo de novilhos para a produção de carne.

Por se tratar de um experimento com objetivo de produção de carne, o indicador de produtividade adotado foi o ganho médio diário por animal. Para se obter a produção por área, multiplica-se o GMD pela quantidade de animais em cada dieta e pela área ocupada por cada um destes (GP kg.ha⁻¹). Por sua vez, a produção de carne foi determinada pelo GP considerando o rendimento de carcaça dos animais (CARNEha kg.ha⁻¹). Para se obter a produção de arroba por hectare foi dividido o valor de produção de carne por 15 que é o valor correspondente ao peso da arroba de carcaça (@ha)

Os custos foram determinados por meio do desembolso com insumos e serviços tais como suplemento, medicamentos, manutenção de cercas, manutenção da pastagem, mão de obra e impostos. Cada item teve o seu custo determinado em reais por hectare

(R\$.ha⁻¹) e por arroba R\$/@. O somatório representa o custo operacional efetivo (COE) dado em: COE.@⁻¹ e COE.ha⁻¹.

Foi calculada a participação do custo do suplemento no custo da arroba produzida (%SUPLE@) por meio da razão entre eles, dado em percentagem.

O custo com a compra do boi magro por hectare (BM R\$.ha⁻¹) foi obtido pelo peso corporal inicial médio dividido por 30, multiplicado pelo preço da @ do boi magro, multiplicado pelo número de animais por dieta, dividido pela área de pastagem ocupada por cada dieta.

A renda bruta (RB) por hectare e por animal foi calculada considerada a produção de carne no período experimental, resultado do uso da suplementação. Apresentada em: RB.animal⁻¹ RB.@⁻¹ e RB.ha⁻¹.

O lucro operacional (LO) representa a remuneração ao produtor após pagar todas as despesas, ou seja, RB menos o COE (LO animal⁻¹ LO.@⁻¹ e LO.ha⁻¹) (LAZZARINI NETO, 1995), mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade agropecuária.

O Índice de Lucratividade (IL) foi calculado pela divisão do lucro operacional (LO) sobre a receita bruta, em percentagem.

O valor real retornado por real investido (R\$_{ret}/R\$_{inv}) foi encontrado pela razão da renda bruta por hectare pelo custo total por hectare.

Taxa de retorno mensal (%) é calculada dividindo-se a renda líquida por hectare pelo custo total por hectare, multiplicado por 100; em seguida, dividiu-se pelo período experimental e multiplicou-se por 30 dias.

Foi calculado o ponto de nivelamento (PN) através do custo por animal dividido pelo preço da arroba, conforme Martin et al. (1998) e Reis (2002).

Foram calculados ainda os índices e a taxa interna de retorno (TIR). Comumente utilizados no âmbito de avaliação econômica. Para tal, o período experimental foi considerado como o período do investimento.

O VPL reflete a riqueza em valores absolutos do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas e o valor presente das saídas de caixa, isto é:

$$VPL = \left[\sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+K)^j} \right] - \left[S_0 + \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j} \right]$$

Onde:

E = Fluxos esperados de entrada de caixa, ou seja, fluxos operacionais líquidos de caixa gerados pelo investimento;

S = Fluxos de saída de caixa (investimento);

K = Taxa de atratividade do investimento usada para atualizar o fluxo de caixa;

j = Tempo do projeto.

O método VPL requer a previsão da definição desta taxa para descontar os fluxos de caixa. Com isso, é encontrada descontando-se os fluxos financeiros pela taxa de atratividade (taxa de retorno exigida) definida para o projeto, apurando-se assim o retorno econômico esperado.

Nesse estudo, adotou-se uma taxa de retorno mínimo (taxa de desconto) de 5, 10 e 15% ao ano ou 0,42; 0,83 e 1,25% ao mês. Sendo considerada uma taxa abaixo, próxima e uma acima da taxa de inflação no período.

O critério de aceitação-rejeição do método assume que, o projeto é considerado atraente se apresentar um VPL maior que zero. Projetos com VPL nulo ou negativo indicam o não retorno ou um retorno inferior à taxa mínima requerida, respectivamente, revelando ser economicamente desinteressante sua aceitação.

Por sua vez, a TIR representa a taxa de desconto (taxa de juros) que iguala, num único momento, os fluxos de entradas com os de saída de caixa. Em outras palavras é a taxa de juros que produz um VPL igual a zero.

Genericamente, a TIR é representada, supondo a atualização de todos os valores de caixa para o momento zero, da seguinte forma:

$$S_0 + \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{(1+K)^j} = \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+K)^j}$$

Onde:

K = Taxa de rentabilidade equivalente periódica (TIR)

Para o cálculo da TIR é necessário o conhecimento do dispêndio de capital e dos fluxos de caixa gerados exclusivamente pela decisão.

A TIR reflete a rentabilidade relativa (percentual) de um projeto de investimento expressa em termos de uma taxa de juros equivalente periódica.

A aceitação ou rejeição do investimento com base neste método é definida pela comparação que se faz entre a TIR encontrada e a taxa de atratividade estabelecida. Se a TIR exceder a taxa mínima de atratividade o investimento é classificado como economicamente atraente. Caso contrário, há recomendação teórica de rejeição.

8 Análise estatística

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F em nível de 5% de probabilidade, e de determinação (r^2), de acordo com o fenômeno biológico estudado. Apenas o estudo de viabilidade econômica utilizou-se o nível de 10% de probabilidade.

$$Y_{ijk} = m + T_i + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} - o valor observado da variável;

m - constante geral;

T_i - efeito da dieta i ;

E_{ijk} – erro associado a cada observação.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Avaliação de forragem

A disponibilidade de matéria seca total (DMST), disponibilidade matéria seca potencialmente digestível (MSpd) e a matéria seca verde (MSV) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) no decorrer do experimento devido às precipitações ocorridas no período e a adubação nitrogenada realizada em dezembro de 2013 (Figura 1).

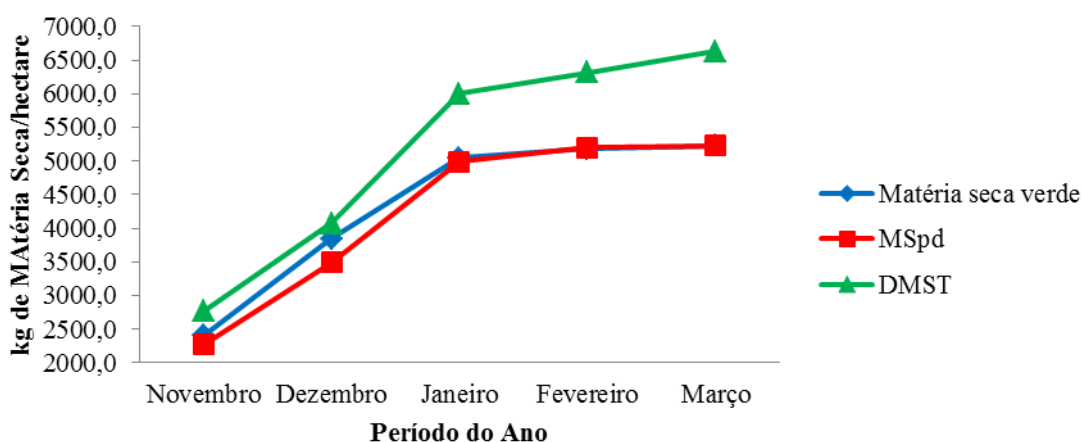


Figura 1. Matéria seca verde (MSV), material morto (MM), matéria seca potencialmente digestível (MSpd), disponibilidade de matéria seca (DMST) kg por hectare, durante cada período (28 dias) e valor médio durante todo o período experimental.

A DMST média durante o experimento foi de 5.159 kg por hectare. Esse valor foi superior aos 4500 kg de MS por ha, considerado como quantidade mínima de disponibilidade de pasto que não limita o animal de atingir o consumo máximo de forragem, possibilitando aos mesmos selecionarem o material de melhor qualidade nutritiva, no caso folhas e colmo verde (SILVA et al., 2009).

Para Paulino et al. (2008) a variável MSpd permite uma melhor avaliação da forragem, por integrar aspectos qualitativos e quantitativos da forragem, representando a real capacidade de suporte de uma pastagem conforme as metas de desempenho animal estabelecidas. Dito isso, a quantidade disponibilizada de MSpd média de 4237 kg por hectare média, garantiu melhor aproveitamento da forragem pelos animais e quantidade satisfatória de energia basal potencialmente digestível.

A matéria seca verde (MSV) composta de folhas e colmo verde representaram 84% da DMST, evidenciando a boa qualidade da forragem disponível, comprovada pela pouca participação de material morto, o que indica ainda boa estrutura e facilidade de apreensão no pastejo. Cabral et al. (2011) afirmam que a MSV possui forte correlação com o desempenho animal, por concentrar tecidos vegetais nobres e ricos em nutrientes.

A oferta de forragem (OF) em relação ao peso corporal, MSpd (%PC) e a TAD ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) aumenta no decorrer dos meses de duração do experimento (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação da forragem na recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Item	Período					
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Média
OF (%PC)	8,08	9,38	12,48	14,74	14,41	11,82
MSpd (%PC)	5,87	6,99	8,83	11,00	9,97	8,53
TAD ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	98,92	145,58	214,38	225,68	236,78	184,27
TL ($\text{UA}^{-1} \text{ ha}$)	1,79	1,94	2,19	2,37	2,51	2,16

Oferta de forragem de matéria seca total (OF) e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) em porcentagem do peso corporal (PC) durante cada período (28 dias) e valor médio durante todo o período experimental. Taxa de acúmulo diário (TAD) e taxa de lotação (TL).

Diante dos valores de DMST foi possível uma OF média de 11,81% PC. Esse valor está dentro dos limites sugeridos por Hodgson (1990) de 10 a 12% PC para o animal expressar o máximo consumo. Portanto, a forragem ofertada aos animais deste experimento é considerada de boa qualidade, uma vez que a esta apresentou um teor de proteína bruta de 11,36% PB durante o período (Tabela 2), pois foi superior a 7% PB mínimo recomendados por Van Soest (1994) para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos ruminais. Este valor está acima dos 8% de PB mínimo sugeridos por Lazzarini et al. (2009) para otimizar o uso da forragem, com potencial de aumentar o consumo voluntário, extraindo do mesmo a energia dos compostos fibrosos, minimizando efeitos de enchimento ruminal.

A MSpd média representou 8,53% PC, não limitando o consumo tão pouco a expressão genética, estando portanto superior aos 4 a 5% MSpd em %PC preconizados por Paulino et al. (2004) como valor mínimo.

A composição química das dietas utilizadas na recria de novilhos mestiços em pastejo está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Composição química da dieta total utilizada na recria de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Componente nutricional (%)	0%	30%	60%	90%
MS	40,61	41,90	41,54	41,87
MM	8,71	8,95	9,32	9,02
PB	15,55	14,50	14,37	14,03
EE	1,38	1,37	1,35	1,34
FDNcp	53,53	59,49	57,65	58,90
CNFcp	18,65	17,94	19,56	18,97
FDNi	13,57	14,19	14,95	16,08
NDT	56,56	57,60	55,42	53,06

Teores em porcentagem de MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE estrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro e NDT: nutrientes digestíveis totais.

O teor de proteína bruta tem uma redução com a inclusão do farelo de mamona, devido ao menor teor de PB nos concentrados do farelo de mamona. Já o teor de FDNcp e FDNi aumenta de 53,53 e 13,57 para 58,90 e 16,08, respectivamente com a presença do farelo de mamona.

2 Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos no período das águas

As variáveis CMS, CMO e CPB não foram influenciadas ($P>0,05$) pela substituição do farelo de soja pelo farelo mamona detoxificado na recria dos novilhos mestiços (Tabela 6).

O CMS e CMO não foi alterado ($P>0,05$) com a substituição do farelo de soja por farelo de mamona detoxificado. Conforme o estudo de Silva et al. (2009) o consumo de animais suplementados em pastejo é influenciado diretamente pela quantidade e qualidade da forragem e suplemento fornecido. Diante dessa afirmação, pode-se inferir que o teor de PB da forragem de 11,36%, aliado ao suplemento permitiu o teor de PB superior a 14% dieta total (Tabela 5), o que possibilitou o pleno aproveitamento dos nutrientes e da matéria seca total, uma vez que foi acima dos 11% preconizados como mínimo para favorecerem a atividade microbiana fibrolítica,

permitindo a capacidade plena de utilização dos componentes fibrosos da dieta (LAZZARINI et al., 2009; 2016). Uma vez que há um aumento no teor de FDNi em 2,5% na dieta total (Tabela 5) com a substituição de 90% do FS pelo FM detoxificado, o que poderia ter impactado no consumo, o que não ocorreu, pois o nível de suplementação por ter sido baixo de 0,4% PC, e teor de mamona de 5% da dieta total. Barros et al. (2011) encontraram redução no consumo de MS e nutrientes com a substituição do FS pelo FM, por apresentar o teor de FM de 8% na dieta total no nível máximo de substituição.

Tabela 6. Consumo de nutrientes de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				ER	CV (%)	Valor P	
	0%	30%	60%	90%			L	Q
CMS (kg)	8,67	9,11	8,93	9,03	$\hat{Y} = 8,94$	12,69	0,5681	0,6464
CMS (%PC)	2,23	2,28	2,30	2,25	$\hat{Y} = 2,27$	12,20	0,8127	0,5727
CMO (kg)	7,94	8,32	8,12	8,25	$\hat{Y} = 8,16$	12,67	0,6194	0,6971
CMS _{for} (kg)	7,11	7,47	7,37	7,46	$\hat{Y} = 7,35$	15,29	0,5436	0,7056
CMS _{for} (% PC)	1,83	1,88	1,90	1,86	$\hat{Y} = 1,87$	15,81	0,7958	0,6389
CMS _{supl} (kg)	1,56	1,64	1,56	1,57	$\hat{Y} = 1,58$	26,29	0,9338	0,8192
CMS _{supl} (%PC)	0,40	0,40	0,40	0,39	$\hat{Y} = 0,40$	24,61	0,9171	0,8569
CPB (kg)	1,23	1,19	1,16	1,14	$\hat{Y} = 1,18$	13,07	0,1898	0,8680
CFDNcp (kg)	4,97	5,36	5,09	5,26	$\hat{Y} = 5,17$	13,79	0,5441	0,6308
CFDNcp (% PC)	1,28	1,34	1,31	1,31	$\hat{Y} = 1,31$	13,85	0,7958	0,5698
CEE (kg)	0,11	0,12	0,11	0,11	$\hat{Y} = 0,11$	13,93	1,0000	0,6503
CCNFcp (kg)	1,65	1,67	1,78	1,75	$\hat{Y} = 1,71$	12,38	0,1812	0,7095
CNDT (kg)	4,90	5,26	4,95	4,83	$\hat{Y} = 4,99$	16,63	0,6526	0,3666

CMS: consumo de matéria seca em kg.dia⁻¹ e em percentual do peso corporal (%PC). CMS_{for}: consumo de matéria seca de forragem kg.dia⁻¹ e %PC; CMS_{supl} consumo de matéria seca de suplemento em kg.dia⁻¹ e %PC e CMO: matéria orgânica kg.dia⁻¹; CFDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína kg.dia⁻¹ e %PC; CPB: proteína bruta kg.dia⁻¹; CEE: extrato etéreo kg.dia⁻¹; CCNFcp: carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína kg.dia⁻¹; CNDT: nutrientes digestíveis totais kg.dia⁻¹. Coeficientes de variação, e valor de P para 5% de probabilidade.

O CMS_{for} não alterou em relação aos suplementos ofertados ($p < 0,05$), pois a melhor digestão da fibra apresentada não necessariamente altera o consumo de forragem (DETMANN et al., 2014).

O consumo de concentrado (CMS_{supl}) pelos animais atendeu à expectativa de fornecimento de 0,4% do peso vivo. Ou seja, os animais de todas as dietas consumiram o suplemento fornecido, mostrando que a substituição de até 90% do farelo de soja pelo farelo de mamona foi bem aceito pelos animais, porém Barros et al. (2011) observaram

sobras de 25% do suplemento no cocho na dieta com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, durante o período do ensaio de digestibilidade, em animais suplementados em 0,4% PC em pastejo de *Brachiaria decumbens*.

O CMS (%PC) médio foi de 2,27 %PC. Esse consumo está em conformidade com os valores relatados por Figueiras et al. (2015) e Ortega et al. (2016) de 2,28 e 2,19 %PC, respectivamente. O valor encontrado nesta pesquisa está em conformidade com o normal previsto para essa categoria animal (NRC, 2000).

O consumo de PB, EE e NDT não foram influenciados pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado ($P>0,05$).

Os suplementos apresentam redução de teor de EE e PB, com o aumento da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado. A PB reduz de 33,4% de PB para 29,19%, respectivamente ao 0% e 90% de substituição, no entanto, pelo nível de suplementação utilizado baixo de 0,4% PC, que significa 5% de farelo de mamona na dieta total no tratamento de 90% de substituição, não impactou no consumo desses nutrientes. Por exemplo, a diferença é de apenas 1,5% a menos de PB do 0% para o de 90% de substituição, não sendo capaz de influenciar no consumo desse nutriente. O mesmo ocorre com o EE e o NDT.

A forragem fornecida aos animais é de qualidade, uma vez que apresenta teor de PB de 11,36% e DMST de 5.159 kg, o que permitiu a esses animais selecionarem as partes mais nutritivas da planta e balancear as diferenças nutricionais entre os suplementos fornecidos. Esse fato é observado no aumento da variável comportamental tempo total de pastejo (Tabela 9), com o intuito de obter maior proporção de folhas.

Lima II (2015) usando o farelo de mamona em novilhos suplementados com mesmo nível de 0,4% do PC, também não encontrou diferença nos consumos de MS, PB, EE. Já Matos (2015) suplementando novilhas em pastejo com a substituição da soja pelo farelo de mamona detoxificado, encontrou uma redução no consumo de MS, PB, EE e NDT, porém com o nível de suplementação foi maior de 0,7% PC, tendo, portanto, uma maior participação do farelo de mamona na dieta total.

O consumo de FDNcp foi semelhante ($P>0,05$) entre os animais que receberam suplemento com 0, 30, 60, e 90% substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado. Apesar do farelo de mamona, do aumento no teor de FDNcp na dieta total (Tabela 5), devido maior teor desse componente nos suplementos com maior proporção do farelo de mamona, não foi capaz de alterar o CFDN. Isso se deve, provavelmente, pelo baixo nível de suplementação de 0,4% PC, uma vez que não interferiu nos

consumos de nutrientes. O mesmo comportamento não foi notado por Barros et al. (2011) e Matos (2015) que encontraram redução do consumo de nutrientes, bem como do FDN, porém com um nível maior de FM na dieta total de 8%.

O consumo médio de FDNcp foi de 1,31% PC é superior ao 1,2 % PC sugerido por Mertens (1992) como consumo máximo de FDN, porém esse índice foi obtido em estudos com animais alimentados em pastagens de clima temperado. O consumo de FDN pode chegar a 1,8% PC por animais criados em pastagens tropicais conforme Silva et al. (2009), devido a maior proporção desta fração na composição das gramíneas tropicais em comparação com as gramíneas temperadas.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDNcp) não foi afetada ($P>0,05$) pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, com exceção apenas da digestibilidade do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos não fibrosos (DCNFcp) que reduziram linearmente ($P<0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Digestibilidade de nutrientes da dieta de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				ER	CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%			L	Q	
DMS	57,68	59,46	57,50	54,20	$\hat{Y} = 57,21$	8,40	0,0760	0,1034	
DMO	60,33	62,08	60,08	57,32	$\hat{Y} = 59,96$	7,51	0,0916	0,1084	
DPB	60,27	61,33	59,52	57,67	$\hat{Y} = 59,97$	7,82	0,1543	0,2500	
DFDNcp	55,39	58,21	55,12	53,44	$\hat{Y} = 55,54$	13,66	0,4106	0,3539	
DEE	50,01	48,86	38,79	40,76	$\hat{Y} = 1$	22,87	0,0129	0,6308	0,74
DCNFcp	77,36	75,53	75,95	69,39	$\hat{Y} = 2$	10,78	0,0460	0,3577	0,74

Coefficientes de digestibilidade (%): DMS: matéria seca; DMO: matéria orgânica; DPB: proteína bruta; DFDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DEE: extrato etéreo; DCNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína. Coeficientes de variação, de determinação e valor de P para 5% de probabilidade. Equações de regressão: $^1\hat{Y} = 50,2709 - 0,125835x$; $^2\hat{Y} = 78,0836 - 0,0783232x$.

Assim como o consumo dos nutrientes não foi influenciado pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, a digestibilidade da MS, MO, PB e FDNcp também não foi afetada e pela mesma causa que é a pequena participação na dieta total do farelo de mamona, devido ao nível baixo de suplementação de 0,4% PC. Matos (2015) encontrou redução da digestibilidade dos nutrientes da forragem uma vez que forneceram maior quantidade de mamona para os animais, devido ao seu nível de suplementação maior de 0,7% PC o que reflete numa porcentagem de 13% de mamona

na dieta total, ou seja, quase três vezes mais mamona que o presente estudo de 5 % de mamona ambos no tratamento com maior substituição.

O aumento no teor de FDNi na dieta de ruminantes pode resultar numa redução da digestibilidade dos nutrientes (VAN SOEST, 1994). Pelo fato do farelo de mamona desse estudo apresentar 45% de FDNi, podendo conter mais de 60% de FDNi conforme Oliveira (2008), era esperado uma redução no consumo e digestibilidade da MS e da FDNcp, devido ao efeito de repleção ruminal, prejudicando a fermentação e a taxa de passagem da ingesta, porém não ocorreu. Isso se deve, provavelmente, a rápida degradação ruminal da fração potencialmente degradável do FDN que facilita o processo de desaparecimento ruminal não impactando no consumo animal (DINIZ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2010).

O teor proteico da forragem adicionalmente favoreceu o crescimento de microrganismos fibrolíticos melhorando a digestão da forragem basal, assim como observado por Lazzarini et al. (2016), corroborando com o não efeito da substituição da do FS pelo FM detoxificado.

A redução da digestibilidade do EE pode ser devido à qualidade do extrato etéreo do farelo de mamona detoxificado ser menor em relação ao farelo de soja, ou seja, o perfil de ácido graxos do farelo de mamona é diferente do farelo de soja, pois o mesmo contém de 87 a 90,4% do ácido ricinolênico (SCHNEIDER, 2003) que é considerado de baixa digestibilidade, porém sem efeito no consumo de EE.

Não houve efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado ($P>0,05$) sobre o desempenho dos animais, uma vez que o PCF, GMD e a CA não diferiram estatisticamente (Tabela 8).

Os novilhos obtiveram um GMD de $1,00 \text{ kg.dia}^{-1}$, chegando a 395,93 kg de PCF médio ao final do experimento. A CA não difere com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, sendo necessários 9,29 kg de MS consumidos para cada kg de ganho de peso corporal. Mesmo comportamento encontrado por Matos (2015) e Barros et al. (2011) os quais não encontraram diferenças na CA de novilhas suplementadas com o farelo de mamona, apesar dos maiores teores de fibra desse coproduto em relação ao farelo de soja.

Tabela 8. Desempenho de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				MÉDIA	CV (%)	Valor P	
	0%	30%	60%	90%			L	Q
PCI kg	280,4	288,7	283,3	280,9	283,33	-	-	-
PCF kg	391,1	404,8	389,4	398,4	$\hat{Y} = 395,93$	10,87	0,9171	0,8635
GMD g/dia	0,99	1,04	0,95	1,05	$\hat{Y} = 1,00$	15,31	0,6722	0,5854
CA	8,88	10,16	9,53	8,60	$\hat{Y} = 9,29$	36,76	0,7672	0,3133

Peso corporal inicial (PCI) e final (PCF) em kg, ganho médio diário (GMD) kg.dia⁻¹, conversão alimentar (CA) kg de MS por kg de ganho. Coeficientes de variação e valor de P para 5% de probabilidade.

O desempenho animal é consequência do consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes da dieta. Sendo que o consumo de matéria seca é um dos principais fatores que impactam no processo produtivo, pois um consumo deficiente de matéria seca pelos animais pode acarretar em baixo ganho de peso de bovinos (SILVA et al., 2009). Corroborando com essa afirmação, MERTENS (1992) afirma que o consumo e digestibilidade são os que mais influenciam no ganho de peso animal, sendo que 60 a 90% é relacionado a diferenças no consumo, enquanto somente 10 a 40% é relacionado a diferenças na digestibilidade. Portanto, não houve diferença no GMD dos novilhos, devido a não diferença estatística no consumo de MS e nutrientes pelos animais.

Esse resultado se deve ao teor de proteína bruta da dieta total que atendeu às exigências calculadas por meio do NRC gado de corte (2000) de 11%, alcançadas por meio do correto manejo do pastejo, disponibilizando material vegetal de qualidade e à suplementação, mesmo que em baixo nível (0,4% PC). Barros et al. (2011) também encontraram resultados satisfatórios no desempenho produtivo de novilhas de corte em pastagem de *Brachiaria decumbens*, substituindo o farelo de soja por farelo de mamona, em um mesmo nível de suplementação, atingindo ganhos inferiores de 500g por dia.

Diante desse resultado pode-se inferir que, com uma forragem de boa qualidade semelhante a apresentada, no período das águas, o suplemento não necessita ser formulado para 34% como é o suplemento 0%, pois o desempenho foi semelhante ao concentrado de 90% de substituição de 26% PB, nas mesmas condições.

Os animais obtiveram um ganho médio de 3,75 arrobas por animal em 112 dias, durante o período chuvoso, ou seja, 10,7 arrobas por hectare, considerando a taxa de lotação de 2,14 UA (equivalente a um animal de 450 kg) por hectare. Esse desempenho é três vezes superior a média brasileira de ganho de peso que é de 3 arrobas por hectare anual (IBGE, 2007). Esse resultado evidencia o benefício e a suplementação em elevar

a produtividade e o potencial de uso do farelo de mamona detoxificado na dieta de novilhos em pastejo.

3 Comportamento ingestivo

O tempo de pastejo (PAS) e tempo de mastigação total (TMT) apresentaram aumento linear ($P < 0,05$) em relação à substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona (Tabela 9). O tempo de outras atividades (OCI), tempo de ruminação (RUM) e o tempo de alimentação total (TAT) não sofreram influência da substituição ($P > 0,05$). Já o tempo de alimentação no cocho (COC) apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$).

Tabela 9. Atividades em minutos de pastejo, ruminação, ócio e alimentação no cocho, tempo de alimentação total e de mastigação total de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				ER	CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%			L	Q	
PAS	422,38	432,00	462,88	454,13	$\hat{Y} = 1$	16,94	0,0187	0,4436	0,75
OCI	567,88	571,38	540,75	538,88	$\hat{Y} = 554,72$	15,54	0,0555	0,8446	
RUM	415,63	411,50	407,88	423,13	$\hat{Y} = 414,53$	13,22	0,6293	0,2652	
COC	34,75	25,40	23,95	26,67	$\hat{Y} = 2$	29,14	$P < 0,001$	$P < 0,001$	0,99
TAT	457,13	457,40	486,83	480,80	$\hat{Y} = 470,54$	16,04	0,0617	0,7928	
TMT	838,00	843,50	870,75	877,25	$\hat{Y} = 3$	10,17	0,0200	0,9749	0,92

PAS tempo de pastejo em minutos por animal.dia⁻¹, OCI tempo de outras atividades em minutos por animal.dia⁻¹; RUM tempo de ruminação em minutos por animal.dia⁻¹, COC tempo de alimentação no cocho em minutos por animal.dia⁻¹, TAT tempo de alimentação total em minutos por animal.dia⁻¹ e TMT tempo de mastigação total em minutos por animal.dia⁻¹. Equações de regressão: 1 $\hat{Y} = 423,925 + 0,420417x$; 2 $\hat{Y} = 34,5637 - 38,7458x + 0,00335417x^2$; 3 $\hat{Y} = 835,625 + 0,483333x$

O aumento na variável PAS demonstra que os animais que recebem maiores quantidades de farelo de mamona detoxificado no suplemento despendem maior tempo pastejando. Os animais suplementados com 90% de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona passaram 32 minutos a mais pastejando do que os animais que não receberam mamona. Esse fato pode ter ocorrido devido ao teor proteico dos suplementos reduzirem com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, assim os animais pastejam por mais tempo a fim de selecionarem as partes mais nutritivas da planta, para contrabalancear essa diferença, culminando numa dieta total com teores semelhantes de PB (redução de 1,5% de PB do 0% para 90% de substituição).

O comportamento da variável PAS foi semelhante aos estudos de Souza et al. (2016) em dietas de vacas leiteiras em pastejo e Matos (2015) na suplementação de novilhas de corte em pastejo, com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado. O tempo de pastejo foi inferior ao encontrado por Mendes et al. (2014) de 451 min em animais em pastejo com o mesmo nível de suplementação 0,4% PC. Esse valor está em conformidade com Kilgour et al. (2012) que estabelece como normal pastejo entre 408 a 780 minutos por dia. Quando esse limite é extrapolado indica dificuldade do animal em atender suas demandas de ingestão de matéria seca e de nutrientes.

O tempo de ócio não foi afetado pela substituição pelo farelo de mamona ($P>0,05$). Os animais permaneceram 554,72 minutos em média praticando outras atividades a não ser o pastejo, ruminação e alimentação no cocho.

Não houve efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona no tempo total de ruminação ($P>0,05$). Os novilhos passaram em média 414,53 minutos ruminando. Um aumento no tempo de ruminação total dos nutrientes era esperado, pois o comportamento alimentar, bem como a ruminação, é influenciado pelo aumento do teor de fibra da dieta (SILVA et al., 2011). Porém, esse aumento não foi observado, provavelmente devido a baixa participação do coproduto da mamona na dieta total de 5% no tratamento com 90% de substituição e pela alta qualidade do pasto ofertado aos animais, que compensou a diferença, promovendo a ruminação da dieta total. Matos (2015) não observou diferença na ruminação, porém houve um aumento na frequência de ruminação em decorrência do maior consumo de material fibroso, uma vez que a presença da mamona foi maior de 12,5% na dieta total.

O tempo de cocho apresentou redução quadrática ($P<0,05$). O ponto de máxima substituição de farelo de mamona foi de 0,58% com resposta máxima de 34,56 minutos de alimentação no cocho. Esse resultado evidencia que os animais consumiram maior quantidade de suplemento em cada visita ao cocho, pois o tempo de cocho reduz, apesar de consumirem a mesma quantidade de concentrado. Possivelmente os animais alteraram seu comportamento para complementar suas necessidades nutricionais com a ingestão de forragem, fato comprovado pelo maior tempo despendido na atividade de pastejo. Como as atividades comportamentais são mutuamente excludentes (PARDO et al., 2003), a redução no tempo de alimentação cocho pode ter sido consequência do aumento na atividade de pastejo, com maiores níveis de farelo de mamona.

O tempo de alimentação total (TAT) não foi afetado pela substituição do FS pelo FM detoxificado ($P < 0,05$), devido à compensação entre o PAS e COC, ou seja, o aumento do PAS e redução do COC, uma vez que o TAT é resultado da soma das duas atividades.

O tempo de mastigação total (TMT) apresentou crescimento linear ($P < 0,05$) em relação à substituição do FS pelo FM detoxificado. Essa variável é resultado da soma do tempo de pastejo, ruminação e de alimentação no cocho que aumenta em virtude de mais tempo no pastejo. Os animais suplementados com maior quantidade de farelo de mamona apresentaram maior PAS, possivelmente para selecionar mais a forragem, devido ao maior teor de fibra dos suplementos e menor teor de PB, buscando esses componentes na forragem.

O número de períodos de pastejo (NPP) foi maior ($P < 0,05$) para níveis crescentes de farelo de mamona em consequência do aumento no tempo da atividade de pastejo. O que indica que os animais fracionaram mais vezes as atividades de alimentação, porém, sem alterar a duração desses períodos, uma vez que o tempo de duração dos períodos (TPP) não foi alterado ($P > 0,05$). O aumento no ato de pastear foi o mecanismo de resposta às dietas com maior substituição do FS pelo FM detoxificado, a fim de atender seus requisitos nutricionais e contrabalancear a diferença nutricional entre as dietas (Tabela 10).

Tabela 10. Número e tempo dos períodos de pastejo, ócio, ruminação e alimentação no cocho de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição					CV (%)	Valor P		R ²	ER
	0%	30%	60%	90%	MÉDIA		L	Q		
NPP	11,95	12,53	13,99	14,25	$\hat{Y} = 1$	22,86	0,0002	0,7443	0,93	1
NPO	22,70	22,23	23,40	23,85	$\hat{Y} = 23,04$	15,02	0,0607	0,4037		
NPR	14,40	13,45	14,63	13,65	$\hat{Y} = 14,03$	17,66	0,5436	0,9749		
NPC	3,88	2,83	3,50	3,50	$\hat{Y} = 2$	38,16	0,6293	0,0121	0,50	2
TPP	36,73	36,64	35,34	34,65	$\hat{Y} = 35,84$	31,24	0,3470	0,8704		
TPO	25,30	25,91	23,18	23,32	$\hat{Y} = 3$	15,84	0,0018	0,7008	0,66	3
TPR	29,27	31,16	28,66	32,44	$\hat{Y} = 30,38$	20,99	0,1216	0,3566		
TPC	9,88	10,03	8,10	8,21	$\hat{Y} = 4$	46,78	0,0144	0,9749	0,74	4

NPP número de períodos de pastejo, NPO número de períodos em ócio, NPR número de períodos em ruminação, NPC número de período de alimentação no cocho por dia; TPP, TPO, TPR, TPC tempo de duração dos períodos de pastejo, ócio, ruminação e cocho, respectivamente em minutos. Equações de regressão: 1 $\hat{Y} = 11,9239 + 0,0278792x$; 2 $\hat{Y} = 3,75500 - 0,0277500x + 0,000291667x^2$; 3 $\hat{Y} = 25,7298 - 0,0289466x$; 4 $\hat{Y} = 10,0962 - 0,0231247x$.

Como não houve interferência no OCI e RUM, o número de períodos dessas atividades também não mudou, ou seja, o NPO e NPR não foram afetados pela substituição do FS pelo PM detoxificado, assim como o TPR ($P>0,05$). Porém, o TPO reduziu linearmente ($P<0,05$).

O número de períodos de cocho apresentou comportamento quadrático ($P<0,05$), consequência da redução no tempo de alimentação no cocho. A quantidade e duração dos períodos de cocho diminuíram devida redução no tempo de alimentação no cocho. Logo, os animais foram menos vezes ao cocho em períodos de menor duração mas possivelmente maior quantidade de concentrado foi ingerida por visita ao cocho.

O número de períodos de alimentação no cocho (NPC) foi alterado pelos níveis de substituição ($P<0,05$) e apresentou efeito quadrático, mesmo comportamento apresentado pela variável tempo de alimentação no cocho, com ponto máximo em 48% de substituição do FS pelo FM detoxificado, correspondendo à resposta ótima de 3,09 períodos de alimentação no cocho. Isso denota uma adaptação dos animais a esse tipo de dieta, constatando que suplementos com maior proporção de farelo de mamona foram ingeridos num menor intervalo, ou seja, maior quantidade ingerida por visita ao cocho, fato comprovado pela redução linear do TPC ($P<0,05$).

O número de bocados por deglutição (NBOC) e número de bocados por dia (BOCDIA) foram afetados pela substituição do FS pelo FM detoxificado ($P<0,05$) (Tabela 11). As variáveis tempo de bocado em segundos (TBOC), a taxa de bocados (TxBOC) em número de bocados por minuto e a quantidade de matéria seca ingerida por bocado (BocMS), não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$).

Tabela 11. Variáveis do comportamento de pastejo de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				MÉDIA	CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%			L	Q	
NBOC	19,28	18,35	18,08	18,65	18,59	11,17	0,1450	0,0237	1,00
TBOC	25,15	25,63	24,53	23,78	24,77	15,49	0,0560	0,3143	
BOCDIA	20.167,83	18.654,60	21.513,58	21.551,07	20.471,77	19,93	0,0163	0,2312	0,44
TXBOC	48,13	43,73	47,30	47,55	46,68	16,35	0,7332	0,0558	
BocMS	81,65	82,97	75,82	83,87	81,08	34,36	0,0816	0,2395	

Número de bocados por deglutição (NBOC $\hat{Y} = 19,2850 - 0,0446667 x + 0,000416667x^2$), tempo por bocado em segundos (TBOC), número de bocados total por dia (BOCDIA $\hat{Y} = 19420,5 + 23,3624x$), taxa de bocados (TxBOC) em número de bocados por minuto, matéria seca ingerida por bocado (BocMS).

O NBOC apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) com ponto de máxima substituição de 53,6% do FS pelo FM detoxificado, ou seja, o NBOC reduz a partir desse nível de substituição, porém não havendo alteração no TBOC ($P > 0,05$).

O BOCDIA cresceu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do tempo de pastejo, ocorrido decorrente ao aumento na substituição do farelo de soja pelo farelo mamona. Pode-se dizer que animais suplementados com o nível máximo de farelo de mamona no concentrado selecionam mais a forragem, através de mais bocados ao dia, porém com menos bocados por bolo alimentar, ocasionando maior tempo para a seleção e apreensão da forragem. Não necessariamente ocasionando aumento do consumo de pasto uma vez que a BocMS não foi influenciada ($P > 0,05$) pelo aumento na substituição pelo FM detoxificado. Vale destacar, que isso é possível devido à boa estrutura da forragem proporcionar ao animal buscar componentes nobres em nutrientes (folhas verdes), a fim de atender seus requisitos nutricionais, uma vez que o desempenho dos animais não se alterou (Tabela 8).

A ingestão é regulada por mecanismos complexos que segundo Dougherty e Collins (2003) podem ser limitações físicas, controle fisiológico e fatores psicogênicos. Quanto aos fatores fisiológicos incluem o controle da fome e da saciedade pela região do hipotálamo no cérebro. Provavelmente, o fator fisiológico atuou, estimulando os animais a um possível aumento na seleção de folhas na forragem para balancear e atender aos requisitos nutricionais à medida que houve substituição por farelo de mamona no suplemento, devido à diferença de PB nos concentrados.

Zanine et al. (2007) afirmam que os animais podem aumentar o tempo de pastejo para ingerir mais forragem, sem contudo, aumentar a taxa de bocados. Esse mesmo comportamento foi observado no presente estudo. Corroborando com essas afirmações Flores et al. (2008) chamam atenção que a taxa de bocado permite estimar a facilidade com que o animal seleciona e apreende a forrageira.

Os resultados da avaliação de ruminação estão apresentados na Tabela 12. Não houve diferença estatística no número de mastigações merícicas (MMB) por bolo, número de mastigações merícicas (MMdia) por dia, número total de bolos por dia (BOLDIA) e na matéria seca por bolo em gramas (gBOL) ($P > 0,05$).

Tabela 12. Variáveis do comportamento de ruminação de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				MÉDIA	CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%			L	Q	
MMB	49,92	53,33	48,93	49,55	50,43	17,76	0,3907	0,3310	-
Tbo	51,70	53,35	51,20	48,03	51,07	14,96	0,0159	0,0476	0,97
BOLDIA	489,75	465,25	492,90	526,73	493,66	12,31	0,1158	0,1381	-
MMdia	24.194,17	24.592,16	23.627,40	25.679,07	24.523,20	17,41	0,2494	0,2224	-
gBOL	18,14	20,00	18,95	17,64	18,68	16,62	0,3591	0,5669	-

Numero de mastigações meréricas (MMB), tempo por bolo em segundos (Tbo), numero total de bolos por dia (BOLDIA), numero de mastigações meréricas (MMdia) por dia, matéria seca por bolo em gramas (gBOL). Equações de regressão: $1\hat{Y} = 53,0450 - 0,0439167x$.

Apenas a variável tempo de duração dos bolos ruminados (TBo) reduziu linearmente ($P < 0,05$) com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, indicando menor tempo gasto de ruminação por bolo ruminado. Era esperado um aumento na ruminação em consequência dessa substituição, devido à redução na PB dos suplementos. Porém, a qualidade do pasto, possibilitou uma seleção de folhas pelos animais. Dessa forma, as variáveis de ruminação não foram comprometidas possivelmente, devido à participação do farelo de mamona de 5% na dieta total ter sido considerada baixa, não afetando no consumo de FDN pelos animais. Já Matos (2015) encontrou um aumento no tempo de ruminação do bolo, devido ao aumento no consumo de material fibroso, devido a maior participação do farelo de mamona de 12,5% na dieta total.

O tempo despendido para ingestão (EAMS, EAFDN) e ruminação (ERMS, ERFDN) de um quilograma de MS ou FDN não foi influenciado pela substituição do FS pelo FM detoxificado ($P > 0,05$) (Tabela 13).

Por sua vez, a quantidade de matéria seca (MSref) e a FDNp ingerida por refeição (FDNref) reduziram linearmente ($P < 0,05$).

Apesar das alterações ocorridas nas variáveis comportamentais, em decorrência da mudança na composição dos suplementos, o desempenho dos animais não foi afetado, justificando a utilização do farelo de mamona na suplementação de novilhos em pastejo é viável do ponto de vista biológico.

Tabela 13. Eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDNcp de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				MÉDIA	CV (%)	Valor P		R ²	ER
	0%	30%	60%	90%			L	Q		
EAMS	1,17	1,25	1,14	1,14	1,17	21,43	0,2694	0,3426		
EAFDN	0,67	0,73	0,65	0,66	0,68	21,97	0,3317	0,3089		
ERMS	1,28	1,35	1,35	1,30	1,32	17,64	0,7135	0,1117		
ERFDN	0,73	0,79	0,77	0,76	0,76	18,15	0,6187	0,1023		
MSref	0,58	0,62	0,53	0,53	0,56	24,21	0,0229	0,3325	0,48	1
FDNref	0,33	0,36	0,30	0,31	0,33	24,80	0,0322	0,2791	0,35	2

Quantidade de matéria seca (MSref) e de FDNcp ingerida por refeição (FDNref) 1 \hat{Y} = 0,598154 - 0,000740957x; 2 \hat{Y} = 0,345521 - 0,000413207x

4 Avaliação Econômica

As variáveis de produção (Tabela 14), não foram afetados pela substituição do farelo de soja pelo de mamona. Sendo assim, o ganho de peso corporal em kg (GP ha), a produção de carne em kg (CARNE ha) e o ganho em arrobas por hectare (@ha) foram semelhantes ($P>0,10$). Isso se deve, ao fato das dietas não terem influenciado o consumo e o desempenho animal. Mostrando o potencial de uso do farelo de mamona detoxificado em substituição do farelo de soja.

Tabela 14. Desempenho, taxa de lotação e produção de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				ER	CV (%)	Valor P	
	0%	30%	60%	90%			L	Q
PCI kg	280,4	288,7	283,3	280,9	283,33			
PCF kg	391,1	404,8	389,4	398,4	\hat{Y} = 395,93	10,87	0,9171	0,8635
GMD g/dia	0,99	1,04	0,95	1,05	\hat{Y} = 1,005	15,31	0,6722	0,5854
Txl	2,13	2,32	2,13	2,15	\hat{Y} = 2,16	11,29	0,9387	0,5873
GP kg ha	316,28	355,87	303,14	335,71	\hat{Y} = 327,75	9,49	0,9000	0,7236
CARNE ha	158,14	177,94	151,57	167,86	\hat{Y} = 163,88	9,49	0,9000	0,7236
@ha	10,54	11,86	10,10	11,19	\hat{Y} = 10,93	9,49	0,9000	0,7236

PCI, PCF: pesos corporais inicial e final, respectivamente, em kg; GDM: ganho médio diário, em kg.dia⁻¹; TxL: taxa de lotação, em UA.ha⁻¹; GP ha: ganho de peso por hectare no período, em kg.ha⁻¹; CARNEha: ganho de peso em carne por hectare no período, em kg carne.ha⁻¹ (considerando um rendimento de carcaça de 50%); @ha: ganho de peso em arrobas por hectare no período em @.ha⁻¹.

A taxa de lotação (TxL) não variou entre os tratamentos ($P>0,10$), haja vista que cada tratamento utilizou uma área de pastagem de mesmo tamanho (3,25 ha por

tratamento). A taxa média de lotação durante o período experimental foi de 2,16 UA por hectare. Essa alta capacidade é alcançada, principalmente, por meio do uso da suplementação dos animais e do manejo adequado da pastagem que provê um bom aporte de nutrientes proporcionando um ganho de peso satisfatório dos animais.

A viabilidade econômica da utilização de suplementos está intimamente relacionada com o desempenho animal. A eficiência produtiva é um dos pilares para que os negócios agropecuários possam atingir níveis satisfatórios de competitividade. Nesse contexto, a busca pelo aumento na produção pelos ganhos de produtividade, em detrimento do aumento do rebanho, tem levado a reestruturação dos sistemas produtivos de gado de corte. Essa reestruturação é baseada na eficiência produtiva, sendo diretamente relacionada com a eficiência econômica dos sistemas de produção (SIMÕES et al., 2007).

O presente estudo teve como objetivo reduzir os custos de produção por meio da utilização do farelo de mamona detoxificado, 50% mais barato que o farelo de soja, a fim de produzir um suplemento concentrado mais barato. Nessa lógica, a resposta econômica da técnica de suplementação utilizada foi dependente, principalmente, do custo por quilograma do mesmo, porque o desempenho não foi afetado.

O custo com a suplementação no período experimental, em relação à área (CSUPL ha) e por arroba (CSUPL@) reduziu linearmente ($P < 0,10$), devido à redução de 23,5% no custo por quilograma de suplemento 0% e 90% com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado (Tabela 15). Matos (2015) encontrou uma redução de 20,31% no custo por quilograma de suplemento com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado. Resultado que mostra que o uso de desse coproduto contribui para a rentabilidade do sistema de produção de carne.

Os custos com mão de obra CMO@, medicamentos CMED@, manutenção de cercas CCER@, manutenção de pasto CPAST@ e impostos CIMP@ por arroba, não foram influenciados pelos diferentes concentrados ($P > 0,10$).

O custo operacional efetivo por arroba produzida (COE@) e por hectare (COE ha) reduziu linearmente ($P < 0,010$) devido à redução no custo do concentrado à medida que a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado aumenta. Representando uma economia no custo de produção de R\$ 93,00 por hectare do nível 0% para 90% de substituição do FS pelo FM detoxificado.

Tabela 15. Custos de produção de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição					CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%	ER		L	Q	
CSUPL kg	0,84	0,78	0,71	0,65	0,75	-	-	-	
CSUPL ha	419,53	422,63	353,61	326,62	$\hat{Y} = 1$	26,13	0,0183	0,6352	0,87
CSUPL@	39,76	35,76	35,35	29,41	$\hat{Y} = 2$	26,48	0,0220	0,7432	0,91
CMO@	6,27	5,55	6,54	5,88	$\hat{Y} = 6,06$	10,08	0,8506	0,8728	
CMED@	4,23	3,74	4,41	3,97	$\hat{Y} = 4,09$	10,08	0,8506	0,8728	
CCER@	0,67	0,59	0,70	0,63	$\hat{Y} = 0,65$	10,08	0,8506	0,8728	
CPAST@	5,79	5,13	6,04	5,45	$\hat{Y} = 5,60$	10,08	0,8506	0,8728	
CIMP@	0,29	0,26	0,30	0,27	0,28	-	-	-	
COE@	57,00	51,03	53,43	45,60	$\hat{Y} = 3$	18,84	0,0265	0,7762	0,74
COE ha	599,43	602,53	533,52	506,51	$\hat{Y} = 4$	17,74	0,0183	0,6352	0,87
%CSUPL@	68,47	69,53	65,41	63,61	$\hat{Y} = 5$	9,29	0,0398	0,4701	0,78

CSUPL kg: custo do suplemento por kg; CSUPLha: custo total com o suplemento no período (R\$.ha-1). CSUPL@: custo com concentrado por arroba produzida (R\$.@-1); CMO@: custo com mão-de-obra por arroba produzida (R\$.@-1); CMED@: custo com medicamentos por arroba produzida (R\$.@-1); CCERC@: custo com manutenção de cercas por arroba produzida (R\$.@-1); CPAST@: custo com manutenção de pastos por arroba produzida (R\$.@-1); CIMP@: custo com impostos por arroba produzida (R\$.@-1); COE@: custo total por arroba produzida (R\$.@-1); COE ha: custo por hectare (R\$.ha-1); %CSUPL@: participação do custo do suplemento no custo total da arroba produzida (%). Equações de regressão: 1 $\hat{Y} = 467,542 - 34,7774x$; 2 $\hat{Y} = 42,9329 - 3,14506x$; 3 $\hat{Y} = 59,7185 - 3,19008x$; 4 $\hat{Y} = 647,442 - 34,7774x$; 5 $\hat{Y} = 71,4300 - 1,87030x$.

Vários autores também relataram redução dos custos com alimentação pelo uso do farelo de mamona, como Matos (2015) e Barros (2011) com nível de 0,7 e 0,4% PC de suplementação de novilhas em pastejo, respectivamente e Porto Júnior (2015) e Souza (2015) com nível de 1,2 e 1,47 % PC de suplementação na dieta de vacas em lactação em pastejo, respectivamente. O que deixa claro a viabilidade econômica do uso desses coprodutos na suplementação animal.

Contudo, deve-se levar em consideração que os resultados econômicos são local dependentes (SILVA et al., 2009), haja vista que os preços dos insumos e valor final da arroba do boi varia no espaço e no tempo, à depender da sazonalidade existente no mercado. Assim, é da responsabilidade do nutricionista utilizar estratégias de alimentação que reduz os custos de produção (ALMEIDA et al., 2014b).

A variável porcentagem do custo do suplemento no custo da arroba (%CSUPL@) sofreu redução linear ($P < 0,05$). O custo de suplementação representa, em média, 66,75% do custo da arroba produzida. Como os outros custos não sofreram alterações, o motivo da redução do custo da arroba é devido ao custo com o CSUPL@

diminui 22,15 % no nível máximo de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona.

O custo da arroba produzida é considerado o indicador econômico de maior importância na avaliação econômica da pecuária de corte, que impacta na viabilidade econômica da atividade (POSSAMAI et al., 2015). Nessa perspectiva, Paulino et al. (2010) afirmam que a disponibilidade de suplementos com baixo custo pode proporcionar a manutenção da rentabilidade do sistema produtivo. A utilização de coprodutos da indústria do biodiesel, não afetando o desempenho dos animais, como é o caso do farelo de mamona utilizado em vários trabalhos (DINIZ et al., 2010; BARROS et al, 2011; MATOS 2015; POMPEU et al., 2012; PORTO JÚNIOR, 2015; SOUZA, 2015); e o farelo de algodão (POSSAMAI et al., 2015), pode ser uma boa alternativa no sentido de reduzir os custos de produção, melhorando economicidade da técnica de suplementação de bovinos em pastejo.

Não houve diferença estatística ($P>0,10$) na renda bruta em reais por hectare (RBGha) e por animal (RBGan) considerado o ganho de peso resultado do período de suplementação (Tabela 16). Consequentemente, a renda bruta total (RBGt) também não foi influenciada pelas dietas ($P>0,10$). A receita sofreu alterações devido à produção de carne no período não ter alterado com a substituição do farelo de soja pelo de mamona.

A renda operacional por hectare (Rop ha), que é a diferença entre a receita bruta e os custos operacionais, também não diferenciaram em função da inclusão do FM detoxificado ($P>0,05$). Apesar de não diferir entre as dietas os resultados foram positivos, ou seja, após serem pagos os custos com a produção obteve um saldo de R\$ 1.078,27 por hectare.

O retorno por real investido (R\$/R\$) aumentou linearmente ($P<0,10$) com a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado. Isso significa que a há um aumento de R\$ 0,34 para cada 1% de farelo de mamona adicionado ao concentrado. Isso se deve a redução dos custos de produção na medida em que aumenta a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, pois há uma redução de 22,15% no custo com a suplementação por hectare.

Tabela 16. Análise econômica da suplementação de novilhos suplementados em pastagem braquiária marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado

Variável	Nível de substituição				ER	CV (%)	Valor P		R ²
	0%	30%	60%	90%			L	Q	
RBG ha	1581,43	1779,36	1515,71	1678,57	$\hat{Y} = 1638,77$	9,49	0,9000	0,7236	-
RBG an	553,50	622,78	530,50	587,50	$\hat{Y} = 573,57$	9,49	0,9000	0,7236	-
RBG t	5587,14	5923,81	5562,86	5691,43	$\hat{Y} = 5691,31$	10,07	0,9499	0,5692	-
Rop ha	982,00	1176,83	982,19	1172,06	$\hat{Y} = 1078,27$	15,93	0,131	0,9646	-
R\$/R\$	2,75	3,00	2,91	3,40	$\hat{Y} = 1$	20,15	0,0395	0,5425	0,74
Txmes	47,00	53,78	51,16	64,28	$\hat{Y} = 2$	30,14	0,0395	0,5425	0,74
LOp	62,00	65,98	64,44	69,60	$\hat{Y} = 3$	9,92	0,0265	0,7762	0,74
CBM	4005,71	4144,44	4047,14	4012,86	4052,54	-	-	-	-
CINV	4605,15	4746,97	4580,66	4519,37	$\hat{Y} = 4613,04$	12,44	0,5692	0,5692	-
PN	1,94	1,95	1,78	1,71	$\hat{Y} = 4$	13,01	0,0183	0,5879	0,87
TIR	0,6425	0,7072	0,6742	0,7893	$\hat{Y} = 5$	19,19	0,0397	0,5589	0,69
VPL5%	3261,03	3751,29	3165,68	3598,79	$\hat{Y} = 3444,20$	11,19	0,4377	0,8159	-
VPL10%	3177,00	3656,63	3085,04	3509,49	$\hat{Y} = 3357,02$	11,24	0,4297	0,4672	-
VPL15%	3095,39	3564,92	3006,92	3422,97	$\hat{Y} = 3272,55$	11,30	0,4219	0,8209	-

RBGha: renda bruta devido o ganho de peso por hectare (R\$.ha⁻¹ no período); RBGanimal: renda bruta devido o ganho de peso por animal (R\$.animal⁻¹ no período); RBGt: renda bruta total por hectare no período experimental (R\$ no período); Rop ha: renda operacional por ha; R\$/R\$: Real retornado por Real investido (R\$); TxMES: taxa de retorno mensal (%); LOP: lucratividade operacional (%); CBM: custo com a compra do boi magro (R\$); CAPINV: capital investido no período (R\$.ha⁻¹). PN: ponte de nivelamento, @ a serem produzidas por animal; TIR: taxa de retorno interno; VPL: valor presente líquido; Equações de regressão: 1 $\hat{Y} = 2,55877 + 34,7774 x$; 2 $\hat{Y} = 41,7527 + 4,92155 x$; 3 $\hat{Y} = 60,1877 + 2,12672 x$; 4 $\hat{Y} = 2,05448 - 0,0839454 x$; 5 $\hat{Y} = 0,601479 + 0,0407204 x$.

A taxa de retorno mensal (Txmes) aumenta linearmente com a inclusão de mamona no suplemento ($P < 0,10$), passando de 47% na dieta 0%, para 64,28% na dieta com 90% de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona. Essa variável representa o quanto foi retornado sobre o capital investido na atividade. Os resultados mostram que a suplementação com farelo de mamona possibilitou retorno favorável, chegando a apresentar acréscimo de 17% no retorno mensal do investimento quando substituído ao nível de 90%. Esse resultado é função do preço do farelo de mamona que representa 54% do farelo de soja, reduzindo R\$ 0,18 por kg de suplemento na dieta farelo de mamona 90%.

A taxa de lucratividade operacional (LOp) aumenta linearmente em função da substituição do FS pelo FM detoxificado ($P < 0,10$). Houve um aumento de 7,6% na lucratividade com a inclusão de 90% de farelo de mamona no concentrado. Assim como há uma redução linear dos custos com a substituição pelo farelo de mamona, a taxa de

lucratividade segue o mesmo comportamento, uma vez que esta é calculada em função da renda advinda da venda dos animais, descontado os gastos operacionais da produção.

O sistema produtivo deve adequar-se às condições disponíveis nas propriedades. Nesse sentido, é relevante destacar o desempenho mínimo de que os animais devem apresentar para que a rentabilidade do sistema seja igual a da poupança, ponto no qual não é mais interessante continuar a suplementação em virtude da baixa margem de retorno de capital investido (POSSAMAI et al. 2015). O ponto de nivelamento (PN), ou seja, a quantidade mínima de @ a serem produzidas por animal reduz linearmente ($P < 0,10$), passando de 1,94 para 1,71 @ por animal do suplemento sem mamona para o nível de 90% de substituição, mostrando a atratividade do uso desses coproduto na alimentação de bovinos em pastejo. O PN de produção é um importante indicador a ser avaliado, pois mostra o nível mínimo de produção além do qual a atividade daria lucro econômico, ou seja, qual a produção mínima necessária para igualar a renda bruta ao seu custo total (MARTIN et al., 1998; REIS, 2002).

A taxa interna de retorno (TIR) é o método utilizado para analisar a viabilidade econômica de um projeto, funcionando como uma análise complementar ao valor presente líquido (VPL). A atividade que apresentar maior valor de TIR será a de maior atratividade de implantação (ALMEIDA et al., 2014b). Sendo assim, a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona em 90% é o mais atrativo, pois a TIR aumenta linearmente em função das dietas ($P < 0,10$).

O valor presente líquido (VPL) é considerado uma avaliação rigorosa e livre de erros técnicos (NORONHA e LATAPIA, 1998) capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial. Corresponde a soma algébrica dos valores de fluxo de caixa de um projeto, atualizada à taxa ou taxas de desconto do período em questão. Os resultados do VPL obtidos foram calculados a partir das taxas mínimas de atratividades de 5, 10 e 15% ao ano ou 0,42; 0,83 e 1,25% ao mês (Tabela 16), as quais não foram influenciadas pela substituição do FS pelo FM detoxificado. Diante desse resultado verifica-se que todos os tratamentos foram interessantes do ponto de vista econômico, pois apresentaram valor positivo de VPL.

V CONCLUSÃO

A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, pode ser efetuada em até 90% na composição do suplemento, sem prejuízo no desempenho de novilhos em recria suplementados com 0,4% PC, apesar de alterações no comportamento animal, durante o período chuvoso do ano e com resultado econômico positivo para todos os níveis de substituição. Pode-se inferir que, com uma forragem de qualidade semelhante, no período das águas, o suplemento pode ser formulado para 26% PB, sem prejuízo no desempenho animal.

VI REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V.V.S.; SILVA, R.R.; VISINTIN, A.C.O.; et al. Ingestive behavior of grazing heifers receiving crude glycerin supplementation during the dry-rainy season transition. **Chilean Journal of Agricultural Research**. v. 74 n. 3, 2014a.

ALMEIDA, V. V. S, SILVA, R.R., QUEIROZ, A.C; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, F.F, ABREU FILHO, G.; LISBOA, M.M.; SOUZA, S.O. Economic viability of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing crossbred calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43 n. 7 p. 382-389, 2014b.

ANUALPEC: **Anuário da Pecuária Brasileira**. 20. ed. São Paulo: FNP Consultoria, 378p. 2016.

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.

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**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 843-851, 2011.

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; et al . Comportamento ingestivo em 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.; BAUER, M. O.; CABRAL C. E. A. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 178-185, 2011.

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, 1966.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos: uma revisão baseada em resultados obtidos no Brasil. **Semina Ciências Agrárias**, v.35, p.2829-2854, 2014.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. **Métodos para análise de alimentos**. ISBN: 9788581790206. 214p. 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S. et al. Castor bean meal for cattle finishing: 1-Nutritional parameters. **Livestock Science**, v.135, n.2, p.153-167, 2011.

DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; CAMPOS, J. M. S. Effects of Castor Meal on the Growth Performance and Carcass Characteristics of Beef Cattle. **Asian-Australian Journal of Animal Science**. v. 23, n. 10, p. 1308-1318, 2010.

DOUGHTERTY, C.T.; M. COLLINS. **Forage utilization**. In Barnes, R.F., D.A. Miller, and C.J. Nelson (eds.) Forages: an introduction to grassland agriculture. 6th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. . p. 391- 414, 2003.

FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; BATISTA, E.D.; RUFINO, L.M.A.; VALENTE, T.N.P.; REIS, W.L.S. e FRANCO, M.O. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Archivos de zootecnia**. V. 64, n. 247, p. 270. 2015.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, p.1355-1365, 2008.

HAYDOCK, K.P.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.15, p.663-670, 1975.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. New York: John Wiley e Sons., p.203. 1990.

HODGSON, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: HACKER, J.B. (Ed.) NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1982, St Lucia. **Proceedings...** St Lucia, p.153-166, 1982.

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.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: t'MANNETJE, L. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.96-102, 1978.

KILGOUR, R.J.; UETAKE, K.; ISHIWATA, T.; MELVILLE, G.J. The behaviour of beef cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, v.138, n.1, p.12– 17, 2012.

LAZZARINI I.; DETMANN E.; VALADARES FILHO S. C. et al. Desempenho nutricional do gado durante a estação chuvosa com suplementação de nitrogênio e amido. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v. 29 n. 8 p. 1120-1128, 2016.

LAZZARINI, I; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.635-647, 2009.

LIMA II, A. C. R. **Recria de bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagens**. 2015. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. **Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI**. Informações econômicas. v. 28, p.7-28, 1998.

MATOS, L. H. A. **Farelo de mamona na alimentação de novilhas suplementadas em pastagem**. 2015. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador.

MENDES, F.B.L.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; et al. Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical Animal Health and Production**, 47, 423–428. 2014.

MERTENS, D.R. 1992. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY, G.C., COLLINS, M., MERTENS, D.R., MOSER, L.E. (Eds.). Forage quality evaluation and utilization. ASA. CSSA, SSSA. Madison. p.450-493, 1992.

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, p.332. 1990.

NORONHA, J.F.; LATAPIA, M.X.L.C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 26(3), n.2, 1998.

NRC, **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. National Academy of Science, Washington, D.C. 7th ed. 2000.

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 castorseed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.15-28, 2010.

OLIVEIRA, A.S. **Co-produtos da extração de óleos de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.

ORTEGA, R. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. et al. Quantities of supplements for grazing beef heifers in the dry-rainy transition season. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 461-472, 2016.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; 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.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. 2010. Bovinocultura programa. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 7. **Anais ... SIMCORTE**. Viçosa. p. 281-312. 2010.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 6., 2008, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p. 275-305, 2008.

PAULINO, M.F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou proteica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 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: IV Simpósio de produção de gado de corte, SIMCORTE, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, p.93-144, 2004.

POMPEU, R. C. F. F.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S. et al. Performance and carcass traits of sheep in feedlot and fed diets containing detoxified castor cake replacing soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41 p. 726-733. 2012.

PORTO JUNIOR, A. F. **Farelo de mamona detoxicada em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga* – (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ/UESB), p. 68, 2015.

POSSAMAI, A.J.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Glicerina bruta e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos à pasto na época das águas. Análise econômica. **Archivos de Zootecnia**. 64 (246): 109-116. 2015.

REIS, R.P. **Fundamentos de economia aplicada**. Ed. revisada e ampliada. Lavras: UFLA/FAEPE, 95p. 2002.

SAEG. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Versão 8.0. Viçosa, MG. 142p. 2000.

SCHNEIDER, R. C. S. **Extração, caracterização e transformação do óleo de rícino**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química – Programa de Pós-Graduação química. Porto Alegre. 205 p. 2003.

SILVA, V.B; FONSECA, C. E. M; ALMEIDA, M.I.V. et al . Comportamento alimentar de cabras alimentadas com diferentes teores de fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 165-170, 2011.

SILVA, F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A.R. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009. (suplemento especial)

SILVA, R.R.; SILVA, F. F. ; PRADO, I. N. et al. Metodologia para o estudo do comportamento de bezerros confinados na fase pós-aleitamento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.42, p.135-138, 2006.

SIMOES, A.R.; MOURA, A.D. E ROCHA, D.T.; et al. Avaliação econômica comparativa de Sistemas de produção de gado de Corte sob condições de risco no Mato grosso do sul. **Revista de Economia Agrícola**, 5: 51-72, 2007.

SOUZA, D. D.; SILVA, F. F.; SCHIO, A. et al. Feeding behavior of dairy cows fed different levels of castor meal in the diet. **Semina. Ciências Agrárias** (Online), v. 37, p. 2355, 2016.

SOUZA, D. D. **Farelo de mamona em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga* – (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ/UESB). 93 p. 2015.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D.J. et al. Comportamento ingestivo de bovinos de diferentes categorias em pastagem de capim coast-cross. **Biosciense. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 111-119, 2007.