



**COPRODUTO DA MAMONA NA TERMINAÇÃO DE
NOVILHOS MESTIÇOS SUPLEMENTADOS EM
PASTAGEM NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO ÁGUAS-
SECA**

OSMAN RONALDO AGUILAR MELGAR

2022



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

**COPRODUTO DA MAMONA NA TERMINAÇÃO DE
NOVILHOS MESTIÇOS SUPLEMENTADOS EM
PASTAGEM NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO ÁGUAS-
SECA**

Autor: Osman Ronaldo Aguilar Melgar
Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2022

OSMAN RONALDO AGUILAR MELGAR

**COPRODUTO DA MAMONA NA TERMINAÇÃO DE NOVILHOS
MESTIÇOS SUPLEMENTADOS EM PASTAGEM NO PERÍODO
DE TRANSIÇÃO ÁGUAS-SECA**

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

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2022

636.085 Aguilar Melgar, Osman Ronaldo.

A235c Coproduto da mamona na terminação de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período de transição águas-seca. / Osman Ronaldo Aguilar Melgar. - Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2022.
45fl.

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE 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.

1. Novilhos mestiços - Farelo de mamona – Suplementação em pastejo.
2. Mamona – Coproduto - Pastagem de *Brachiaria brizantha* - Novilhos. 3. Novilhos - Pastagem – Suplementação - Transição águas-seca. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na fonte:

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

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Bovinocultura de corte – Suplementação em pastejo
2. Coproduto - Mamona - Novilhos mestiços
3. *Ricinus communis*

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Coproduto da mamona na terminação de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período de transição água-seca”.

Autor (a): Osman Ronaldo Aguiar Melgar

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

Coorientador(a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

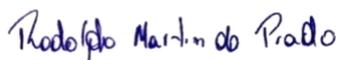
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva –
UESB Orientador



Prof. Dr. Wéder Jânsen Barbosa Rocha – IFPI



Prof. Dr. Rodolpho Martin do Prado – UEM

Data de realização: 09 de março de 2022.

“Limitações vivem apenas em nossas mentes. Mas se usarmos nossa imaginação, nossas possibilidades se tornam ilimitadas”.

Jamie Paolinetti

“Tenta uma, duas, três vezes e, se possível, a quarta ou quinta, as vezes que forem necessárias. Mas não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz”.

Bill Gates

DEDICATÓRIA

À minha família, que sempre permaneceu presente e me amparou com o apoio tanto econômico como emocional quando eu precisei, além dos valores que me ensinaram, como a responsabilidade e honestidade, somada aos conselhos que me deram sobre a procura de ser melhor cada dia e fazer as coisas bem. Também aos meus mestres, colegas e amigos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força e determinação que me deu para realizar meus projetos e cumprir meus objetivos.

Aos meus queridos pais Evelio e Seferina Melgar, que me apoiaram sempre, me incentivando a continuar na procura do melhor e cumprir minhas metas. Aos meus irmãos Edwin, Merlin e Daniela por ficarem sempre me motivando e sendo eles minha fortaleza. À minha avó Paulina Sosa; meus tios e tias, por serem fontes de inspiração e exemplo de determinação, lutas e vitórias.

Ao professor, orientador, Robério Rodrigues Silva, por me orientar e me incluir no grupo de pesquisa, além dos ensinamentos e oportunidades brindadas.

À Dra. Laize Viera Santos, pelo apoio incondicional durante todo o período do meu mestrado, além da amizade e compreensão: THANK YOU my dear Laize.

Aos professores Rodolpho Martin do Prado e Wéder Jânsen Barbosa Rocha, por avaliarem este trabalho e fazerem contribuições importantes.

Aos professores José Augusto Gomes Azevedo e Aureliano José Viera, pelo suporte e ensinamentos durante e fora das aulas.

Ao meu amigo Wbeimar Sanchez, pela sua ajuda durante permaneci no Brasil, parcerias, amizade e por acreditar em mim: THANK YOU my dear Wbeimar.

À família Da Silva Reis, Oriosmar, Lucia e sua filha Cleia, abriram as portas da sua casa que se tornaram como minha família no Brasil.

À minha colega Marceliana da Conceição Santos, obrigado pela sua amizade, e a ajuda que me deu sempre, que Deus abençoe você.

Ao meu colega Tarcísio Ribeiro paixão, obrigado pela sua amizade, parceria, os ensinamentos e ser esse exemplo de determinação para mim.

Aos meus colegas da pós-graduação Gabriel Dalapicola, Diana Cediél, João Williams, Deiyse Alves e Hackson Silva, pelas parcerias, amizade, trabalhos juntos e conversas, obrigado.

Ao programa de Pós Graduação em Zootecnia da UESB, à Raquel e Roberta pelo suporte brindado durante todo o processo da pós-graduação.

Aos meus amigos fora da universidade, Henry Bueso, Patrícia Melgar, Miguel Acosta, Kenner Aparicio, Oscar Andrade, Leonel Maldonado, e Darwin Vidal por sempre me lembrar de que todo é possível quando se quer.

Muito obrigado por tudo!

BIOGRAFIA

Osman Ronaldo Aguilar Melgar, filho de Santos Ronaldo Aguilar e Seferina Melgar Sosa. Nascido o 02 de Novembro de 1994, na cidade de Catacamas, Olancho, Honduras.

Em fevereiro de 2010, iniciou o curso de bacharel em Ciências e humanidades no Instituto Técnico “18 de Noviembre” na cidade de Catacamas, Honduras. Finalizando em dezembro de 2012

Em fevereiro de 2013, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidad Nacional de Agricultura e Ganaderia (UNAG), Catacamas, Olancho, Honduras. Finalizando em dezembro de 2017. Durante este tempo, fez um estagio na Louisiana State University (outubro de 2015). Em Março de 2016 foi estagiário na Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo no estado de Michoacan, México, onde desenvolveu o trabalho de conclusão de curso titulado “Implementação de biotecnologias reprodutivas em gado bovino produtor de carne no estado de Michoacan, México”.

Em fevereiro de 2018, trabalhou como docente do ensino médio na área de produção agropecuária no Instituto Oficial “Cuyamel”, Catacamas, Olancho, Honduras. Finalizando em fevereiro de 2020.

Em março de 2020, iniciou o curso de mestrado em Nutrição e Produção de Ruminantes, pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da UESB.

Em 09 de Março de 2022, submeteu-se à defesa da presente dissertação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. REFERENCIAL TEÓRICO.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Cenário da Produção de bovinos de corte no Brasil.....	2
1.3. Suplementação na terminação de bovinos em pastejo no período de transição águas-seca.....	3
1.4. Coprodutos da agroindústria do biodiesel na suplementação de bovinos em pastejo.	6
1.5. Farelo de mamona na suplementação de bovinos em pastejo.....	7
1.5.1. Consumo e digestibilidade do farelo de mamona.....	11
1.5.2. Desempenho de ruminantes suplementados com farelo de mamona.....	13
1.6. Referências Bibliográficas.....	15
II. OBJETIVOS.....	20
2.1. Objetivo geral.....	20
2.2. Objetivos específicos.....	20
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Localização Experimental.....	21
3.2. Animais, manejo e dietas.....	21
3.3. Avaliação da Forragem.....	22
3.4. Análises e composição química da forragem e suplementos concentrados.....	24
3.5. Ensaios de consumo e digestibilidade.....	26
3.6. Desempenho Animal.....	28
3.7. Análises estatísticas.....	28
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1. Avaliação da forragem.....	29

4.3. Digestibilidade da matéria seca e nutrientes	35
4.4. Desempenho de novilhos no período águas-seca	38
V. CONCLUSÃO	41
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Característica da forragem (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu) durante o período experimental.....	29
Figura 2. Média de precipitações e temperaturas mensais durante o período experimental.....	31
Figura 3. Correlação entre disponibilidade de matéria seca total (DMST) e a temperatura no período experimental (temperaturas mensais).....	31

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição bromatológica do farelo de mamona segundo vários autores..	11
Tabela 2. Proporção dos ingredientes na composição dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	22
Tabela 3. Composição química da forragem e dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de mamona detoxificado (FM).....	25
Tabela 4. Composição química da dieta total utilizada na recria de novilhos suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	26
Tabela 5. Consumo de nutrientes em novilhos em terminação suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	33
Tabela 6. Digestibilidade de nutrientes da dieta de novilhos suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.....	36
Tabela 7. Desempenho de novilhos suplementados em pastagem <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado...	39

RESUMO

MELGAR, Osman Ronaldo Aguilar. Coproduto da mamona na terminação de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período de transição águas-seca. Itapetinga, BA: UESB, 2022. 45 p. Dissertação. (mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, na terminação de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, no período de transição águas-secas. Foram utilizados 40 novilhos mestiços Holandês-zebu, com peso inicial médio de $395,93 \pm 10$ kg, foram alocados de forma aleatória, em quatro tratamentos e suplementados com diferentes níveis de farelo de mamona em substituição ao farelo de soja no concentrado: 0%; 30%; 60%; 90% de substituição, adotando-se o nível de suplementação de 0,4% do peso corporal. O período experimental compreendeu 112 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com análise de regressão utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Foram avaliados o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes e desempenho animal. O consumo de matéria seca (kg), matéria orgânica (kg), fibra em detergente neutro (kg), fibra em detergente neutro do peso corporal, carboidratos não fibrosos (kg), e nutrientes digestíveis totais não foram influenciados pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona. No entanto, o consumo proteína bruta (kg) e extrato etéreo (kg), mostraram-se decrescentes a medida foram aumentados os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona nos tratamentos. A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro (FDNcp) e extrato etéreo, não foram afetadas pelos níveis de substituição, no entanto, para a digestibilidade da proteína bruta houve efeito linear decrescente e efeito linear crescente na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. O peso corporal final, ganho médio diário, conversão alimentar e rendimento da carcaça não foram afetados pelos níveis de substituição. A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado pode ser efetuada em até 90% na composição do suplemento, sem comprometer o desempenho produtivo de novilhos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período de transição águas-seca.

Palavras-chave: bovinocultura de corte, coproduto, *Ricinus communis*, suplementação em pastejo

* Orientador: Robério Rodrigues Silva, D.Sc. UESB. Co-orientador: Fabiano Ferreira Silva, D.Sc. UESB.

ABSTRACT

MELGAR, Osman Ronaldo Aguilar. Castor bean co-product in the finishing of crossbred steers supplemented on pasture in the water/dry transition period. Itapetinga, BA: UESB, 2022. 45 p. Master Dissertation. (Master's degree in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant production)*

The objective was to evaluate different levels of replacement of soybean meal by detoxified castor bean meal in the finishing of crossbred steers in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pasture in the water/dry transition period. Forty Holstein-Zebu crossbred steers with an average initial weight of 395.93 ± 10 kg were randomly allocated into four treatments and supplemented with different levels of castor bean meal to replace soybean meal in the concentrate: 0%; 30%; 60%; 90% replacement, adopting the supplementation level of 0.4% of body weight. The experimental period comprised 112 days. A completely randomized design was used, with regression analysis using the Statistical and Genetic Analysis System. The intake and digestibility of dry matter and nutrients and animal performance were evaluated. The intake of dry matter (kg), organic matter (kg), neutral detergent fiber (kg), neutral detergent fiber from body weight, non-fibrous carbohydrates (kg), and total digestible nutrients were not influenced by replacing soybean meal with castor meal. However, the intake of crude protein (kg) and ether extract (kg) showed to be decreasing as the levels of replacement of soybean meal by castor meal were increased in the treatments. The digestibility of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber (NDFcp) and ether extract were not affected by the replacement levels, however, for crude protein digestibility there was a decreasing linear effect and an increasing linear effect on the digestibility of non-fibrous carbohydrates. Final body weight, average daily gain, feed conversion and carcass yield were not affected by replacement levels. The replacement of soybean meal by detoxified castor meal can be carried out in up to 90% of the supplement composition, without compromising the productive performance of crossbreeds steers on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, in the water-dry transition period.

Keywords: beef cattle, co-product, *Ricinus communis*, pasture supplementation

* Orientador: Robério Rodrigues Silva, D.Sc.UESB. Co-orientador: Fabiano Ferreira Silva, D.Sc. UESB.

I. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Introdução

O sistema de produção de gado de corte em pastagens 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). No Brasil, em torno de 86% da produção de bovinos envolvendo as fases de cria, recria e engorda, são realizadas sob pastejo (LANDAU et al., 2017). O rebanho bovino no ano 2020 foi de 214,5 milhões de cabeças (CONAB, 2021), ocupando uma área de pastagens de 165,2 milhões de hectares (IBGE, 2021).

Nesse sentido, as pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos na produção da carne, sendo que 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.

Na procura de melhorar a eficiência e aumentar os ganhos de peso de bovinos em pastagens, além de encurtar o ciclo de produção, muitas estratégias de suplementação vêm sendo desenvolvidas, tanto a utilização de sal mineral, suplementação proteico-energéticas a base de milho grão e soja e também a utilização de coprodutos da agroindústria como o caso do farelo de mamona, que resulta da extração do óleo na produção da mamona (*Ricinus communis L.*), uma oleaginosa pertencente à família *Euforbiaceae*, que produz sementes ricas em óleo glicídico solúvel em álcool, sendo utilizada na produção de biodiesel (SEVERINO, 2005).

De acordo com De Araújo et al. (2021), a mamona representa uma alternativa na produção de biodiesel por não competir com outras culturas de importância na alimentação humana. Nesse contexto, o farelo de mamona é gerado a partir de prensagem mecânica removendo aproximadamente 50% do óleo, seguido com a extração de solúveis (hexano, heptano ou éter de petróleo), garantindo um alto rendimento de óleo (FARIA FILHO et al., 2016). Através do processo de extração são gerados resíduos como glicerina, bolo, farelo e casca de mamona (DA SILVA et al.,

2014). O farelo de mamona tem-se tornado uma alternativa na alimentação de ruminantes pelas propriedades químico-bromatológicas já que é considerado um concentrado proteico.

No entanto, a utilização de farelo de mamona, na alimentação animal, deve ser feita de forma cautelosa, devido à presença de substâncias tóxicas e/ou fatores antinutricionais que podem estar presentes, já que estão presentes a ricina, a ricinina e a fração alergênica (CB-1A) (SEVERINO, 2005). Sendo assim, estudos devem ser realizados com o objetivo de avaliar níveis adequados de inclusão desse coproduto em dietas para ruminantes.

1.2. Cenário da Produção de bovinos de corte no Brasil.

De acordo com estimativas do Departamento de Agricultura Norte-Americano (USDA, 2020), o rebanho mundial de bovinos deve chegar a pouco mais de 1 bilhão de cabeças em 2021. Ao se confirmar tal previsão, o número de bovinos no mundo crescerá 0,7% em relação a 2020, onde sete países concentram o 90% da produção mundial: Índia, Brasil, Estados Unidos, China, União Europeia, Argentina e Austrália. Índia e Brasil representam 55% do rebanho total, respectivamente, 30,6% e 24,7%. Segundo a Associação Brasileira das indústrias exportadoras de carne (ABIEC, 2020), o rebanho bovino brasileiro é de 213,68 milhões de cabeças, o que posiciona o Brasil entre os principais produtores de carne bovina no mundo. O Brasil produz 16,8% da carne bovina do mundo ocupando o segundo lugar depois dos Estados Unidos e superando a União Europeia, que ocupa o terceiro lugar com 12,5%. O Brasil produziu 10,40 em mil toneladas de carcaça, com um incremento do 1% de produção para o 2021 (IBGE, 2021).

O Brasil ocupa o segundo lugar em consumo per capita de carne bovina com 38,38 kg/hab/ano, superado somente por Argentina com 50,91 kg/hab/ano e superando aos Estados Unidos que consomem 37,11 kg/hab/ano (ABIEC, 2021). Nesse cenário, segundo o IBGE (2021), essa produção leva ao país a ocupar uma área de pastagens de aproximadamente 165,2 milhões de hectares. Segundo a ABIEC (2020), a pecuária de corte aporta para o Brasil 8,5% do PIB nacional.

Dentre as grandes vantagens que o Brasil tem para a produção de carne é o clima tropical, que favorece a criação de bovinos em pastejo. De acordo com Casagrande et al. (2010), as pastagens estão sujeitas as variações climáticas de temperatura e pluviosidade

que vão modificar a qualidade e conteúdo de nutrientes ao longo do ano. Nesse sentido, a produção de bovinos de corte no Brasil é desenvolvida base de pastagem, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2021), um dos principais aspectos que interferem na competitividade da carne brasileira, sem dúvida, é seu custo de produção altamente competitivo pelo fato de que 86% é produzida com base em pastagens uma vez que apenas 13% dos animais abatidos são terminados em confinamento nos seus últimos 100 dias de vida.

A produção de bovinos vem sendo desenvolvida com a utilização de raças bovinas e seus cruzamentos com predominâncias raças zebuínas, destacando-se a raça Nelore (BATTISTELLI, 2012). Segundo o relatado por Artmann et al. (2014), o zebuíno é caracterizado por sua rusticidade e adaptabilidade, elevada longevidade reprodutiva, alta capacidade de aproveitar alimentos grosseiros, e resistência às variadas condições de pastagens e a parasitoses. No entanto, em contrapartida, animais zebuínos produzem carne mais magra e de menor maciez quando comparada às raças europeias que apresentam maior maciez e grau de marmoreio. As raças europeias no Brasil, apesar de minoritárias, são importantes na produção de carne premium, especialmente em sistema de cruzamento com raças zebuínas e com terminação em confinamento (MEDEIROS et al., 2021).

Atualmente os taurinos têm sido utilizados pelos criadores brasileiros em cruzamento industrial ou entre raças, com bovinos zebus. Essa técnica objetiva o aumento no ganho de heterose (ganho genético decorrente de combinação de características extremas entre as raças) e complementaridade das características esperadas para desenvolver a produção de uma carne mais nobre em ambientes mais rústicos, gerando ótimos resultados (ARTMANN et al., 2012).

1.3. Suplementação na terminação de bovinos em pastejo no período de transição águas-seca.

A produção de bovinos de corte depende de fatores como a genética do animal, o clima, a idade, o sexo e a topografia, a quantidade e a composição dos suplementos podem resultar em diferentes respostas. Além disso, a oferta de forragem pode influenciar diretamente o consumo e o desempenho dos animais.

O manejo da pastagem é a ferramenta que irá garantir qualidade e quantidade de forragem que o animal necessita, para não ter seu consumo e aproveitamento da

ferragem comprometido e o desempenho prejudicado. Nesse sentido, consumo de ferragem está relacionado a quantidade e qualidade da ferragem, já que em gramíneas tropicais é notável os elevados valores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro e em detergente ácido (PAULINO et al., 2014). No entanto, o aproveitamento da ferragem pelos bovinos está diretamente relacionado à atividade microbiana ruminal, notadamente sobre os compostos fibrosos, a qual depende do nível de compostos nitrogenados presentes no meio (COSTA et al., 2011). Segundo Lazzarini et al. (2009), em condições tropicais normalmente as gramíneas apresentam teores de PB inferior ao valor recomendado de 7%, para proporcionar condições aos microrganismos na utilização dos substratos energéticos fibrosos da ferragem ingerida.

Somado ao clima tropical, a época do ano tem muita influencia sobre o desenvolvimento das pastagens. Nesse sentido, Detmann et al. (2014) afirmam que, durante o período seco do ano, as pastagens são de baixa qualidade, apresentando baixa concentração de proteína bruta (PB) e material altamente lignificado, comprometendo a digestibilidade. Nesse sentido, na maioria das vezes torna-se necessário a suplementação na produção de bovinos em pastejo para não ter perdas durante a época crítica.

A época do ano determina a oferta de ferragem, as chuvas oferecem um rápido crescimento das pastagens permitindo ter maior disponibilidade para os animais o que prediz o seu desempenho. No entanto, no período seco o efeito é inverso, as pastagens decrescem em digestibilidade e, particularmente, em conteúdo total de nitrogênio, ocasionando a perda excessiva de produtividade, constituindo o principal fator limitante à produção animal (DETMAN et al., 2014).

Segundo Lima (2015), no período chuvoso do ano, as pastagens apresentam baixo teor de MS e estão mais aquosas. Por outro lado na estação seca, quando estão no estágio de florescimento, as plantas elevam o teor fibroso e, concomitantemente, reduzem o teor de PB, bem como de outros nutrientes.

Segundo Matos (2015), no período chuvoso, a suplementação pode ser uma estratégia para aumentar o desempenho de animais, por reduzir a idade de abate ou a idade à primeira cria. A composição do suplemento, nesses casos, dependerá da quantidade e do valor nutritivo da ferragem ofertada, que varia nessa época, e do manejo da propriedade (REIS et al., 2009). Também de acordo Malafaia et al. (2003), outros fatores são determinantes ao momento de estabelecer um plano de suplementação

como ser o recurso financeiro disponível e características do animal (idade, raça e estágio fisiológico), infraestrutura de cochos e de bebedouros e a mão-de-obra.

No período das secas o objetivo é reduzir os efeitos da sazonalidade das forrageiras, segundo Silva et al. (2010), o período das seca é onde é mais recomendável a suplementação. Pode aumentar o ganho de peso ou reduzir as perdas econômicas, e de acordo com Potter et al. (2010), pode-se aumentar a taxa de lotação ou o uso de menor oferta de forragem.

Lima et al. (2012) avaliando suplementação de novilhos em pastejo durante a transição águas-seca, oferecendo sal mineral com ureia (controle) ofertado ad libitum; sal proteinado-ofertado à 0,2% do peso vivo; suplemento proteico-energético ofertado à 0,3% do peso vivo; e suplemento proteico-energético ofertado à 0,5% do peso, encontraram ganhos de peso de 0,686; 0,761; 0,719 e 0,850 kg/animal, respectivamente. Além disso, relatam algumas recomendações durante este período sendo entre as de destaque o início da suplementação proteica durante este período.

No período de transição águas-seca, a qualidade da pastagem começa a reduzir consequentemente a digestibilidade da forragem cai, impactando diretamente no desempenho do rebanho. Com isso, iniciar o fornecimento de um suplemento adequado para o período torna-se fundamental. No entanto, Lima et al. (2012), encontrou ganhos de peso de 0,719 e 0,850 kg/animal/dia com suplementação no período de transição águas-secas com níveis de 0,3 e 0,5% peso corporal (PC). Também Barbosa et al. (2008), avaliando suplementação proteico-energética no período de transição águas-seca para novilhos criados a pasto, relataram que o retorno econômico é maior no do que o observado para os que só consomem suplemento mineral, na época de transição entre o período das águas e da seca, também eles encontraram valores de 0,540 e 0,700 kg/dia respectivamente.

Sales et al. (2008), recomendam que para terminação de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv *Marandu* no período de transição águas-secas, quando se almejam ganhos de peso em torno de 0,500 kg/dia, pode-se formular suplementos múltiplos, utilizando-se apenas milho, ureia e mistura mineral. No entanto, na procura de melhores ganhos de peso e a redução de custos de suplementação durante este período outros pesquisadores tem utilizado diferentes estratégias com a utilização de subprodutos da agroindústria que se tornaram alimento para os ruminantes. Nesse sentido, no Brasil cresceu a procura por fontes alternativas de suplementação para

reduzir os custos e também dependendo da disponibilidade de matérias primas em algumas regiões do país.

1.4. Coprodutos da agroindústria do biodiesel na suplementação de bovinos em pastejo.

O Brasil possui uma grande extensão territorial, segundo Oliveira et al. (2017), o Brasil, que é extenso, possui a diversidade de climas e a aptidão agrícola que favorece a produção das oleaginosas de todo tipo. O que é possível uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel, como a soja, o girassol, a mamona, o milho, o pinhão manso, o caroço de algodão, a canola, o babaçu, o buriti, o dendê, a macaúba e o amendoim, além das de origem animal como o sebo bovino e as gorduras de frango e de suínos. Segundo o relatório da Rede de políticas de energia renováveis (REN, 2021), a produção de biodiesel no Brasil para 2020 foi de 6.432.008 bilhões de litros tendo um incremento de 8,7% comparado com o ano 2019. Sendo as regiões Sul e Centro Oeste responsável pelo menos de 42,62% e 39% da produção, respectivamente.

No Brasil, o óleo de soja é a matéria-prima mais usada na produção de biodiesel, no entanto, o governo tem incentivado a utilização de outras matérias primas como: mamona, palma, girassol, pinhão, milho, dendê etc., cada qual cultivada de acordo com a aptidão agrícola, custos e produtividade e o clima de cada região do país (RAMOS et al., 2017). Nesse sentido, vem realizando experimentos com várias oleaginosas nos estados brasileiros, como considera Souza (2010), e se destacaram a soja, o dendê, a mamona, o girassol em termos de custos e produtividade.

Segundo Oliveira et al. (2017), a produção de matérias primas por regiões no Brasil encontra-se distribuída da seguinte forma: no Centro-Sul e Centro-Oeste se destaca a grande produção da soja, devido às condições climáticas apropriadas e do solo. No Nordeste a região do semiárido com a produção de mamona, as demais regiões do país, há o destaque na produção de biodiesel, através da reciclagem de óleos residuais de cozinha e de resíduos industriais. Os estados do Norte e Centro-Oeste têm recebido muitos imigrantes, principalmente do Sul do Brasil, onde predominam o cultivo da soja e têm expandido suas lavouras para essas regiões alegando que há terras boas, sol e condições de plantio e colheita o ano inteiro. O plantio de mamona no Brasil é promissor, de acordo com a lei brasileira 11.907/2005, 10% do biodiesel devem ser incluídos na matriz energética do país (ABDALLA et al., 2008).

O Nordeste brasileiro destaca-se pela produção de algumas oleaginosas como a mamona, contribuindo na produção total de biodiesel do país, que representou 7,4% da produção nacional para 2020, segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2021), onde os estados que tem destaque na produção são Ceará e a Bahia, que para o ano 2015, produz 87.434 e 225.484 milhões de litros de Biodiesel, respectivamente, nesta região esses coprodutos do biodiesel são utilizados na alimentação animal, geralmente em ruminantes e tem como objetivo principal reduzir os custos e produção e o tempo de acabamento, além de ser uma estratégia pela pouca disponibilidade de algumas outras matérias primas como milho e soja, o que também pode permitir a planificação de produção de novilhos durante todas as épocas do ano mediante a suplementação estratégica.

1.5. Farelo de mamona na suplementação de bovinos em pastejo.

A mamona é uma planta de ciclo curto (120 a 150 dias), da família *Euphorbiaceae*, de nome científico *Ricinus communis* L. comumente conhecida como mamoneira, mamona, rícino, carrapateira, enxerida e palma-de-cristo. É uma planta grande com altura média 1-2,5 m, possui racemo com comprimento de 15-20 cm, cônica longa tendo 1,5-3 cm de diâmetro, sementes ovais 1,3-2 cm, vermelhas ou marrons, carúncula grande, folhas longas 10-15 cm, com 7-9 lóbulos. É uma espécie produtiva, tolerante a seca e possui muitos híbridos com outras subespécies e tipos ornamentais. A mamoneira *R. communis* L. tem seu centro de diversidade localizada na antiga Abissínia, hoje Etiópia, e no Leste da África, existindo outros centros de diversidade (Milani et al., 2009). No continente americano, sua introdução foi feita, aparentemente, depois da chegada dos europeus, provavelmente com a importação dos escravos africanos (MOREIRA et al., 1996). Mostra ampla adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil, sendo hoje encontrada, praticamente, em todo o território nacional em estado subespontâneo (EMBRAPA, 2009).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020), a produção de mamona para a safra 2019/2020, ocupou uma área de 45,6 mil ha, com produção de 33 mil toneladas de grãos e produtividade média de 725 kg/ha. No entanto, estimativas do mesmo CONAB (2016), na safra e 2015/2016, a produção de mamona foi de 96,7 mil toneladas, nesse sentido, houve um decréscimo na produção comparado com a atual. De acordo com a USDA (2020), para a produção mundial eram estimados 575 milhões

de toneladas de sementes de oleaginosas com o aumento significativo da safra de soja e girassol, no entanto, a produção de sementes de oleaginosas diminuiu para a safra 2020/2021, devido ao aumento na oferta de petróleo bruto e consequentemente diminuição no consumo de biodiesel causado pela COVID-19. Entretanto, além da produção de óleos vegetais se manterem inalterada (cerca de 203 milhões de toneladas), estimasse que o mercado global crescesse 5,14% de 2020 a 2025.

A cultura da mamona apresenta produtividade média de 755 kg.ha⁻¹ 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 33,0 mil toneladas, nesse sentido, estimam-se que tenham sido produzidas, aproximadamente, 14,85 mil toneladas de torta de mamona anual.

Referente a requerimentos edafoclimáticos segundo Silva et al. (2011), a mamona é uma planta que requer pelo menos 500 mm de chuvas para o seu crescimento e desenvolvimento, em temperatura do ar que varia entre 20 e 30 °C, de preferência com altitude superior a 400 m, para seu desenvolvimento pleno. Tolerante à seca, é uma cultura viável para as áreas semiáridas, onde há poucas alternativas agrícolas. Contribui ao desenvolvimento agrícola sustentável do País, já que mais de 80% da área cultivada com mamona pertence a agricultores familiares (CARVALHO, 2005). Na região nordestina destaca-se como maior produtor da mamona o estado da Bahia, seguido pelo Ceará (ALVES et al., 2004).

A semente da mamona, em termos médios, é constituída por 65% de amêndoa e 35% de casca; já as sementes de altos rendimentos possuem mais de 70% de amêndoa (MENDES, 2005). As sementes comumente submetidas à extração de óleo apresentam aproximadamente rendimento de 50% de óleo e 50% de torta de mamona.

O processo de obtenção do farelo de mamona (FM) implica uma série de atividades que segundo Candido et al. (2008), do resíduo da extração do óleo da mamona por meio de prensagem tem-se a torta, que pode ter diversos usos, como por exemplo, fonte de alimento para ruminantes e não ruminantes, e fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais, de maneira geral o FM apresentasse como um alimento concentrado proteico. De acordo com Azevedo et al. (2001) a torta de mamona apresenta elevado teor proteico, e dependendo das condições de cultivo e da semente,

para cada tonelada de óleo extraída há a produção de 1,2 toneladas de torta. Já o farelo é resultado da extração por meio de solventes.

A diferença entre a torta e o FM 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. No entanto, a utilização de coprodutos da indústria do biodiesel, na alimentação animal, deve ser feita de forma cautelosa, devido substâncias tóxicas e ou fatores antinutricionais que podem estar presentes, seja devido ao processo de extração ou mesmo características intrínsecas das oleaginosas (MACHADO, 2017).

O fator toxicidade da Mamona (*R. comunis* L.) deve-se à composição já que contem a ricina, a ricinina e a fração alergênica (CB-1A), o que obriga fazer um processo de detoxificação, nesse sentido, o processo de detoxificação é para evitar possíveis danos ao nível ruminal do animal, priorizando a saúde do animal e não alteração da produtividade (CARRERA et al., 2012).

Segundo Severino (2005), a ricina está presente exclusivamente no endosperma da semente responsável pela toxidez da mamona. 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, 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 prejudicando o metabolismo dos animais que a consomem.

A fração alergênica se trata de um conjunto de glicoproteínas denominado CB-1A. A ricinina é um alcaloide que pode ser encontrado em todas as partes da planta e que não apresenta alta toxidez para os animais. No entanto, tem 90% de sua composição é representada pelo ácido graxo ricinoleico, que o torna impróprio para a alimentação humana (Beltrão, 2009).

Após a extração do óleo, a ricina fica concentrada na torta, tornando-a inviável para alimentação animal. Segundo o exposto por Anandan et al. (2005), a ricina é considerado o principal fator limitante no uso de coprodutos da mamona em ruminantes. Nesse sentido, a toxidez pode apresentar sintomas em ruminantes tais como: anorexia, fraqueza muscular, salivação intensa, diarreia, desidratação, hipotermia, recumbencia, elevação dos níveis séricos de nitrogênio-ureico (ASLANI et al., 2007).

No rúmen, considerando-se o intenso e contínuo processo de degradação proteica, especula-se que parte da ou a totalidade da ricina presente no farelo de

mamona seja inativada pela microbiota ruminal, o que poderia explicar de alguma forma a tolerância observada em ruminantes alimentadas com dietas contendo torta e FM. No entanto, além dessa tolerância observada, doses de 2,5 a 6 g de semente esmagadas de mamona por kg de peso corporal são reconhecidas como tóxicas para ruminantes (DOBEREINER et al., 1997, ASLANI et al., 2007).

Partindo da hipótese que a microbiota ruminal é capaz de detoxificar a ricina do FM, Oliveira et al. (2008), avaliaram *in vitro* essa capacidade detoxificadora dos microrganismos ruminais sobre a ricina. Foi avaliado tripticase (extrato bruto de FM), extrato de FM desnaturalizado com óxido de cálcio com três doses de proteína (0,42, 0,84 e 1,64 g/L), objetivando medir a taxa de crescimento ruminal e desaparecimento da ricina. Não encontraram desaparecimento da ricina em ausência de inoculo ruminal, mas encontraram degradação da ricina com inoculo ruminal. As concentrações de degradação encontradas representaram 0,15, 0,30 e 0,60 kg de FM por Litro de meio de cultivo ruminal. No entanto apesar da capacidade dos microrganismos ruminais mostrar essa capacidade de degradar a ricina, reduzindo sua ação tóxica no animal hospedeiro, a toxina inibe o crescimento microbiano. Pelo que os autores recomendam a completa detoxificação do FM.

Segundo Moreira et al. (2003), o FM apresenta-se como um alimento concentrado proteico, correspondendo a 80% do teor de PB do farelo de soja, com degradabilidade ruminal efetiva da proteína bruta intermediária entre o farelo de soja e o farelo de algodão, sendo em média 38,4%. Já Severino (2005) relata que apesar do potencial de utilização do FM na alimentação de ruminantes, como substituto de fontes tradicionais de proteína (farelo de soja e farelo de algodão), o que poderia agregar maior valor e renda à cadeia produtiva, este produto tem sido utilizado em larga escala como fertilizante orgânico controlador de nematoides, devido a limitações relacionadas à sua toxidez e alergenicidade.

A utilização dos coprodutos da mamona tanto a torta como o farelo têm sido estudadas por vários pesquisadores (DINIZ et al., 2011; BARROS et al., 2011; POMPEU et al., 2012; LIMA II, 2015; PORTO JÚNIOR, 2015; MATOS, 2015; SOUZA, 2015; MACHADO, 2017; DE MATOS et al., 2018; ARAUJO et al., 2021). Na produção de ruminantes vem sendo utilizada para reduzir os custos da suplementação como substituição ao farelo de soja, considerando o FM como isoprotéico comparado com a soja, já que de acordo aos resultados de esses autores não tem mostrado alterações no desempenho animal e, além disso, permite reduzir os custos.

Os motivos que têm levado em consideração é a composição bromatológica do farelo de mamona como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do farelo de mamona segundo vários autores.

Referencias	% MS	%PB	%FDNcp	%FDA	%EE	%CNF	Lignina
Diniz et al. (2011)	88,38	34,44	39,09	30,45	1,71	8,05	6,08
Oliveira et al. (2013)	80,60	33,37	30,10	28,20	0,52	-	7,00
Junior (2015)	90,00	32,56	44,35	40,57	1,13	4,11	28,00
Menezes et al. (2015)	92,00	25,30	54,60	37,20	4,00	5,10	29,00
Oliveira et al. (2017)	83,44	38,53	24,03	35,66	1,46	15,34	23,43
Lima et al. (2020)	90,00	28,40	40,80	-	2,12	8,98	22,70
De Araújo et al. (2021)	89,20	28,90	34,60	-	2,12	7,77	-
Média	87,66	31,64	38,22	34,42	1,87	8,23	19,37

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente acida; EE estrato etéreo; CNFcp: carboidratos não fibrosos. Lignina % MS.

1.5.1. Consumo e digestibilidade do farelo de mamona

Alguns estudos relatam uma boa palatabilidade do FM pelos animais, o que é promissor no consumo da dieta total na suplementação de bovinos em pastejo, no entanto, Barros et al. (2011), avaliando níveis de 0, 25, 67 e 100% de substituição de farelo de soja (FS) pelo FM em novilhas em pastejo durante o período de seca-águas, encontraram redução no consumo de matéria seca a medida foram incrementados os níveis de substituição e sem inclusão apresentando valores 6,37 vs 5,96 kg/dia. Resultados similares foram encontrados por De Araújo et al. (2021), avaliando níveis de substituição FS pelo FM (0, 33, 66 e 100%) em novilhos mestiços, encontraram redução no consumo de matéria seca quando fornecidos ao 0,5% do PC. Porém, em ambos os estudos, essas reduções no consumo de matéria seca não interferiram no desempenho dos animais.

Resultados de Matos (2015), com 12,5% de inclusão de FM na dieta total e com 0,7% do PC em novilhas em pastejo, encontrou redução no consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta e efeitos no comportamento ingestivo, mas ambos sem prejuízo no ganho de peso dos animais. Pelo contrário, Lima II (2015) e Machado (2017), na recria de novilhos que foram suplementados com 0, 30, 60 e 90% de substituição FS pelo FM ao 0,4% do PC, não encontraram diferenças no consumo de matéria seca, com valores de 5,75 e 8,94 kg/dia, respectivamente.

A digestibilidade dos alimentos garante o aproveitamento dos mesmos pelo animal, pelo que fornecer um alimento de boa digestibilidade vai trazer boas respostas no desempenho. Van Soest (1994) afirmou que o teor de FDN do alimento é inversamente relacionado ao consumo. O que pode tornar um alimento indigestível ou de baixa digestibilidade é o teor de lignina na sua estrutura o que é representado pelo FDN indigestível. Machado (2017), encontrou um teor de FDNi de 45,11% do FM, o que de acordo com esse teor deve-se ter consideração no nível de suplementação em base ao PC do animal, onde segundo a autora até 0,4% do PC não tem interferência no consumo de FDN da dieta. Segundo LIMA II (2015) o FM apresenta em sua composição maior porção indigestível em relação ao FS (28,6% vs 0,9%), aproximadamente 61% em relação à fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp), o tratamento alcalino pode ter beneficiar até 7% a taxa de degradação ruminal da fração potencialmente degradável da FDN (FDNcp), fundamentado no relato de Oliveira et al. (2010).

Lima II (2015) avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona (0, 30, 60 e 90%), esses níveis de substituição com 0,4% do PC, não afetou a digestibilidade da PB, FDNcp, EE e MS na recria de novilhos mestiços. Machado (2017) utilizou FM detoxificado com óxido de cálcio em doses de 60g/kg, em níveis de 0, 30, 60 e 90% de substituição ao FS na recria de novilhos onde a substituição não mostrou diferença no consumo digestibilidade e desempenho, e recomenda a substituição de até 90% da MS do suplemento. Também Araújo et al. (2021) substituindo FM pelo FS em até 43,4% na MS do suplemento, determinaram que pode ser substituído o FS pelo FM sem ocasionar problemas no consumo, digestibilidade, características da carcaça e perfil de ácidos graxos em bovinos terminados a pasto.

No entanto, Oliveira (2017) encontrou que a inclusão de até 15% do FM tratado com hidróxido de cálcio na dieta total de vacas lactantes mestiças Holandesas x Zebu, a produção de leite não foi afetada, além do consumo e digestibilidade. Já Lima (2015), utilizando a torta de mamona em 20% de inclusão na dieta total comparada com torta de algodão e girassol na mesma proporção em novilhas leiteiras mestiças Holandesas x Zebu confinadas, não encontrou diferença no consumo e digestibilidade.

1.5.2. Desempenho de ruminantes suplementados com farelo de mamona

Muitos estudos vêm demonstrando o desempenho de ruminantes utilizando o farelo de mamona como substituto do farelo de soja em dieta de suplementação a pasto, nesse sentido, Freitas et al. (2018), avaliando níveis crescentes de substituição (0, 33, 67 e 100%) de FS pelo FM em cordeiros Santa Inês em pastejo com nível de suplementação de 1,6% do PC, não encontrou diferença nos ganhos de peso quando foram suplementado em comparação dos que não (76,12 e 89,21 g/dia, respectivamente). Nessa mesma abordagem, Menezes et al. (2015), com níveis de substituição de FS pelo FM (0, 15, 30 45%), não encontrou diferença nos tratamentos em cordeiros alcançando ganhos de peso de até 160,5 g/dia, pelo que o autor recomenda a substituição em até 45% em ovelhas em pastejo onde até estes níveis não afeta o consumo e digestibilidade de nutrientes.

Machado (2015) avaliando níveis de 0, 30, 60 e 90% de substituição do FS pelo FM na recria de novilhos suplementados em pastagem com 0,4% do PC, não encontrou diferença nos ganhos de peso que foram de 1 kg/dia. Nessa abordagem, Oliveira et al. (2017) avaliando níveis de inclusão de 0, 3, 6 e 9% de FM na dieta total de novilhas leiteiras em pastagem, não encontrou diferença no GMD, que em média encontrou 0,310 kg/dia, o que o autor recomenda a inclusão de até 9% sem afetar o consumo, digestibilidade e o desempenho.

Diniz et al. (2011), avaliando terminação de novilhos em confinamento com 65% de volumoso e 35% concentrado, e no concentrado com níveis crescentes de substituição do FS pelo FM (0, 33, 67 e 100%), não encontrou diferença nos tratamentos, apresentando em média um ganho de peso de 1,42 kg/dia. Nesse contexto, Matos et al. (2018), não encontrou diferença nos ganhos de peso em novilhas mestiças em pastejo suplementadas ou não com níveis de 0, 20, 50, 75 e 100% de substituição FS pelo FM fornecendo o suplemento a 0,7% do PC (0,932 e 0,928 kg/dia, respectivamente). Também De Araújo et al. (2021) não encontrou diferença entre valores para ganhos de peso em média 0,975 kg/dia, em novilhos finalizados em pastagens com níveis de substituição de 0, 33, 66 e 100% do FS pelo FM.

Nesse sentido, a substituição do FS pelo FM resulta uma estratégia viável naquelas regiões onde as produções de algumas culturas como o milho e soja são de difícil adaptação já que pelo contraria a cultura da mamona tem adaptação a regiões áridas, partido dessa premissa pode ser adaptada em qualquer tipo de clima, somado ao fato

que o FM é considerado como um alimento isoprotéico em comparação a soja, pelo que pode suprir os requerimentos nutricionais para os animais, reduzir os custos de produção e torna-se viável sua utilização pelo fato que a o FM não e um produto que compete com a alimentação humana.

1.6. Referências Bibliográficas

- ABDALLA, AL, SILVA FILHO, JCD, GODOI, ARD, CARMO, CDA E EDUARDO, JLDP. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, 260-268. 2008.
- ALVES, MARIA ODETE; SOBRINHO, JOSÉ NARCISO; CARVALHO, JOSÉ MARIA MARQUES DE. Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro. Banco do Nordeste do Brasil, 2004.
- ANANDAN, S., ANIL KUMAR, GK., GHOSH, J. et al. Effect of different physical and chemical treatments of detoxification of ricin in castor cake. **Animal science and technology**. V.120, p. 159-168, 2005.
- ARAÚJO, FL, DE SOUZA, KA, DE MOURA SANTANA, N., DE CARVALHO SANTANA, LR, DA SILVA, CS, DE OLIVEIRA, KN, BAGALDO, AR. Desempenho animal, comportamento ingestivo e características de carcaça de novilhos terminados em pastejo suplementados com proteína do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.). **Tropical Animal Health and Production** , 53 (2), 1-11. 2021.
- ARTMANN, T. A., TOMA, H. S., PINHEIRO, J. N., ROMERO, J., CARVALHO, A. D. M., & TOMA, C. M. Melhoramento genético de bovinos ½ sangue taurino x ½ sangue zebuino no Brasil. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, 12(22). 2014.
- ARTMANN, T., TORRES JUNIOR, R. D. A., MENEZES, G. D. O. Desempenho de animais Nelore e cruzados durante a fase de cria. **jornada científica Embrapa gado de corte**, 8, 02. 2012.
- ASLANI, MR., MALEKI, M., MOHRI, M., et al. Castor bean (*Ricinus communis* L) toxicosis in sheep flock. **Toxicon**. V.49, n.1, p.400-406, 2007.
- AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E. F. O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: **Embrapa Algodão**; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.
- BARBOSA, F. A., GRAÇA, D. S., GUIMARÃES, P. H. S., & SILVA JÚNIOR, F. V. Análise econômica da suplementação proteico-energética de novilhos durante o período de transição entre água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60, 911-916. 2008.
- BARROS, L. V. D., PAULINO, M. F., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. D. C., LOPES, S. A., ROCHA, A. A. D., ALMEIDA, D. M. D. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 843-851. 2011.
- BELTRÃO, NE de M.; DE OLIVEIRA, M. I. P. Detoxicação e aplicações da torta de mamona. **Embrapa Algodão-Documentos** (INFOTECA-E), 2009.
- CÂNDIDO, M. J. D., BOMFIM, M. A. D., SEVERINO, L. S., DE OLIVEIRA, S. Z. R. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In **Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso** (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e ricinoquímica:[anais]. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. 21 f. 1 CD-ROM. 2008.

CARRERA, R. A. B., VELOSO, C. M., KNUPP, L. S., SOUZA JÚNIOR, A. H. D., DETMANN, E., LANA, R. D. P. Protein co-products and by-products of the biodiesel industry for ruminants feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41, 1202-1211. 2012.

CASAGRANDE, D. R., RUGGIERI, A. C., JANUSCKIEWICZ, E. R., GOMIDE, J. A., REIS, R. A., & VALENTE, A. L. D. S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 2108-2115. 2010.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO (CONAB, 2017). SAFRA 2016/17- N. 5 - Quinto levantamento | FEVEREIRO 2017. Consultado 17 de novembro de 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/1308_91ea90b9e879fb0447c37257fbf915c

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO (CONAB, 2021). OFERTA E DEMANDA DE CARNES- Quinto levantamento | NOVEMBRO 2021. Consultado 7 de Janeiro de 2022. Disponível em:

COSTA, JULIANA VARIZ DA. **Desempenho produtivo de vacas lactantes alimentadas com farelo de mamona tratado com óxido de cálcio**. Dissertação mestrado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade federal de Viçosa. Viçosa, MG. 43p. 2010.

COSTA, V. A. C., DETMANN, E., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. D. C., CARVALHO, I. P. C. D., & MONTEIRO, L. P. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 1788-1798. 2011.

DA SILVA FONSECA, NAYANNA BRUNNA; SOTO-BLANCO, BENITO. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1415-1424, 2014.

DE OLIVEIRA, JULINESSA SILVA OLIVEIRA. **Farelo de mamona detoxicado em dietas de vacas lactantes confinadas**. Tese Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Itapetinga, BA. 66p. 2017.

DETMANN, E., VALENTE, É. E., BATISTA, ED, & HUHTANEN, P. Avaliação do desempenho e eficiência do aproveitamento do nitrogênio em bovinos alimentados com pastagens de gramíneas tropicais com suplementação. **Livestock Science** , 162 , 141-153. 2014.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. 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.

DINIZ, L. L., VALADARES FILHO, S. C., DE OLIVEIRA, A. S., PINA, D. S., DA SILVA, L. D., BENEDETI, P. B., & VALADARES, R. F. D. Castor bean meal for cattle finishing: 1—Nutritional parameters. **Livestock Science**, 135(2-3), 153-167. 2011.

FARIA FILHO, D.E., DIAS, A.N., CARNEIRO, W.A., BUENO, C.F.D., MATOS JÚNIOR, J.B., VELOSO, A.L.C., RODRIGUES, P.A. Detoxified Castor Seed Cake for Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 18, 69-72. 2016.

FOOD AND AGRUCULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2020. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Consultado o 04 janeiro 2022. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2020-2029_1112c23b-en

FREITAS, T. B., FELIX, T., PEDREIRA, M. D. S., SILVA, R. R., SILVA, F. F. D., SILVA, H. G. D. O., & TIGRE, J. S. Substituição de farelo de soja por farelo de mamona em suplementos para borregos em pastejo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 18(3), 465-478. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2021). Pastagens no Brasil. Consultado o 23 de Dezembro 2021. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/confira-relatorio-perfil-da-pecuaria-no-brasil-em-2021-da-abiec/>

JUNIOR, ANTONIO FERRAZ PORTO. **Farelo de mamona detoxicada em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. Tese de Doutorado. Dissertação mestrado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Ba. 70p. 2015.

LANDAU, ELENA CHARLOTTE. SIMEÃO ROSANGELA MARIA, NETO, FAUSTO DA COSTA MATOS. Variação geográfica das áreas de pastagem no Brasil nas últimas décadas. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. EMBRAPA. 2017. <https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/12/BoletimCiCarne33.pdf>.

LAZZARINI, I., DETMANN, E., SAMPAIO, CB, PAULINO, MF, VALADARES FILHO, SC, SOUZA, MA, & OLIVEIRA, FA. 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**, 61 (3), 635-647. 2009.

LIMA II, ANTONIO CARLOS RIBEIRO. **Recria de Bovinos suplementados com farelo de mamona em pastagem**. Dissertação mestrado. Programa de pós-graduação em zootecnia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, Ba. 75p. 2015.

LIMA, J. B. M. P., RODRÍGUEZ, N. M., MARTHA JÚNIOR, G. B., GUIMARÃES JÚNIOR, R., VILELA, L., GRAÇA, D. S., & SALIBA, E. O. S. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 64, 943-952. 2012.

MACHADO, SILVIA LAYSE MENDES. **Farelo de mamona detoxificado na recria de novilhos mestiços suplementados em pastagem no período chuvoso**. Dissertação Doutorado. Programa de pós-graduação em zootecnia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, Ba. 52p. 2017.

MALAFAIA, P., CABRAL, L. D. S., VIEIRA, R. A. M., COSTA, R. M., & CARVALHO, C. D. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em

pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, 15(12), 1-32. 2003.

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

MENDES, RICARDO DE ALBUQUERQUE. Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do biodiesel da Mamona (CP/BDM): o Caso do Ceará. 2005.

MENEZES, D. R., COSTA, R. G., ARAÚJO, G. G. L., PEREIRA, L. G. R., NUNES, A. C. B., HENRIQUE, L. T., & RODRIGUES, R. T. S. Cinética ruminal de dietas contendo farelo de mamona destoxificado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 67, 636-641. 2015.

MILANI, M., MIGUEL JUNIOR, S. R., SOUSA, R. D. L. Sub-espécies de mamona. **Embrapa Algodão-Documentos** (INFOTECA-E). 2009.

MOREIRA, J., LIMA, E. F., FARIAS, F. J. C., DE AZEVEDO, D. M. P. Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Embrapa Algodão-Documentos** (INFOTECA-E). 1996.

PAULINO, M. F., BARROS, L. V. D., MORAES, E. H. B. K. D., VALADARES FILHO, S. D. C., MARTINS, L. S., ALMEIDA, D. M. D., & SILVA, A. G. D. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. 2014.

POMPEU, R. C. F. F., CÂNDIDO, M. J. D., PEREIRA, E. S., BOMFIM, M. A. D., CARNEIRO, M. S. D. S., ROGÉRIO, M. C. P., & LOPES, M. N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41, 726-733. 2012.

PÖTTER, L., ROCHA, M. G. D., ROSO, D., COSTA, V. G. D., GLIENKE, C. L., & ROSA, A. N. D. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 992-1001. 2010.

RAMOS, L. P., KOTHE, V., CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F., MUNIZ-WYPYCH, A. S., NAKAGAKI, S., KRIEGER, N., CORDEIRO, C. S. Biodiesel: matérias-primas, tecnologias de produção e propriedades combustíveis. **Revista virtual de química**, 9(1), 317-369. 2017.

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

REN21. (2021). Renewables 2021 - Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris. Acesso em 16 de junho de 2021, disponível em <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>

SALES, M. F. L., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. D. C., PORTO, M. O., MORAES, E. H. B. K. D., & BARROS, L. V. D. Níveis de uréia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, 1704-1712. 2008.

SEVERINO, L. S., COSTA, F. X., DE MACÊDO BELTRÃO, N. E., DE LUCENA, A. M. A., & GUIMARÃES, M. M. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de biologia e ciências da terra**, 5(1), 0. 2005.

SILVA, R. R., PRADO, I. N. D., CARVALHO, G. G. P. D., SILVA, F. F. D., ALMEIDA, V. V. S. D., SANTANA JÚNIOR, H. A. D., & ABREU FILHO, G. Supplementation levels in finishing of Nelore steers on pastures: economic aspects. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9), 2091-2097. 2010.

SILVA, V., DE LIMA, J. F., PEIXOTO, C. P., PEIXOTO, M. D. F., & LEDO, C. D. S. Desenvolvimento de cultivares de *Ricinus communis* L. no Recôncavo Baiano. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2011.

SOUZA, Y. A. R. A., PEREIRA, A. L., SILVA, F. F. S. D., RIEBEIRO-REIS, R. C., EVANGELISTA, M. R. V., CASTRO, R. D. D., & DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, 32, 83-92. 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, (USDA, 2020). Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery..> Acesso: 27 Novembro. 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE(USDA, 2020). Acesso em: 15 Dezembro. 2021. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov.2020>.

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

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, na terminação de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

2.2. Objetivos específicos

Avaliar o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes por novilhos mestiços suplementados 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;

III. MATERIAL E MÉTODOS.

Os procedimentos experimentais foram conduzidos conforme as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (CEUA-UESB), sob protocolo (51/2015), aprovado e liberado no dia 12 de dezembro de 2013.

3.1. Localização Experimental

O experimento foi conduzido na fazenda “Princesa do Mateiro”, município de Ribeirão do Largo, localizado na região Sudoeste do estado da Bahia com coordenadas 15° 27' 32" S 40° 44' 20" O e 800 metros de altitude, caracterizado pelo clima tropical úmido com precipitação média anual de 800 mm, temperatura média anual de 27 °C.

3.2. Animais, manejo e dietas.

Foram utilizados 40 novilhos mestiços holandês-zebu com peso inicial médio de $395,93 \pm 10$ kg, divididos em 4 grupos com 10 animais cada. Os animais permaneceram em piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por 7 dias em cada piquete (4 piquetes ocupados) e, após esse período, os grupos trocavam de piquete dentro do módulo e somente depois de 28 dias mudavam de módulo, os animais voltaram aproximadamente 9 vezes ao mesmo piquete. Essa rotação foi feita para reduzir a influência da variação de biomassa entre os piquetes nos resultados. Utilizou-se uma área de 14 hectares, dividida em 12 piquetes de aproximadamente 1,17 hectares cada. A área foi manejada sob pastejo intermitente com 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 depois foram divididos em 3 módulos de 4 piquetes.

Os animais foram pesados e alocados por meio do delineamento inteiramente casualizado e identificados com numeração individual em brincos plásticos, distribuídos em 4 tratamentos: FM0 = 0%; FM30= 30%; FM60 = 60%; e FM90 = 90% que correspondem aos níveis de substituição do FS pelo FM 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 terminação por 120 dias, de 19 de abril de 2014 até o dia 20 de agosto de 2014, durante o período de transição águas-seca. O período de adaptação à dieta foi de 14 dias. Os suplementos continham Milho moído, FS, FM detoxificado, ureia e sal mineral de acordo com as proporções apresentadas na Tabela 2.

O FM utilizado foi previamente detoxificado com a utilização de óxido de cálcio (CaO) na de 60g para cada kg de farelo, com base na matéria natural . O CaO foi previamente diluído com uma relação de 1:10 (1kg CaO/10 L de água) 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 2. Proporção dos ingredientes na composição dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.

Ingredientes (%)	Níveis de substituição %			
	0%	30%	60%	90%
Milho moído	62,00	62,00	62,00	62,00
Farelo de Soja	31,00	22,00	12,00	3,00
Farelo de Mamona	0,00	9,00	19,00	28,00
Sal mineral	3,00	3,00	3,00	3,00
Uréia	4,00	4,00	4,00	4,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

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.

3.3. 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):

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

Em que: TAD_j = taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia;
dos quatro piquetes vazios no instante i, em kg MS/ha;

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):

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

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

FDN = fibra em detergente neutro;

FDNi = FDN indigestível.

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

$$DMSpd = DTMS * \%MSpd$$

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:

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

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

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

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

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

3.4. 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).

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 M001/1; 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.

Tabela 3. Composição química da forragem e dos suplementos de novilhos suplementados em pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de mamona detoxificado (FM).

Componente Nutricional (%)	Pastejo			Níveis de substituição			
	PS	FM	FS	0%	30%	60%	90%
MS	27,89	87,76	88,64	88,54	87,85	87,10	86,42
MO	90,68	83,10	93,39	89,80	89,07	88,26	87,52
MM	9,32	16,90	-	2,49	1,99	1,42	0,91
PB	9,90	36,52	48,79	19,04	18,79	18,50	18,24
EE	1,96	1,47	1,94	9,86	9,04	8,13	7,30
FDNcp	68,43	50,75	13,18	14,15	17,43	21,07	24,35
CNFcp	22,41	5,64	31,4	59,04	58,48	57,85	57,28
FDNi	32,85	45,11	1,85	3,47	5,88	8,57	10,98
CT	10,40	39,17	42,8	66,24	65,77	65,25	64,78

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; CT: carboidratos totais, FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro e CT: Carboidratos totais.

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

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

Em que: PB=Proteína bruta; EE=Extrato Etéreo; MM=Matéria Mineral

FDNcp=Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas

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

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

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis. O percentual de nutrientes digestíveis totais foi calculado por: (% NDT = Consumo de NDT / Consumo de MS * 100).

Tabela 4. Composição química da dieta total utilizada na recria de novilhos suplementados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de mamona detoxificado (FM).

Componente Nutricional (%)	Níveis de substituição			
	0%	30%	60%	90%
MS	47,87	49,51	48,01	48,31
MO	91,47	91,16	90,83	90,74
MM	8,53	8,73	9,07	9,15
PB	14,59	13,31	12,99	13,09
EE	1,46	1,45	1,38	1,38
FDNcp	60,58	60,17	60,83	61,26
CNF	14,48	16,05	15,43	14,79
CT	75,04	76,2	76,25	76,04
FDNi	18,61	18,93	20,13	21,36
NDT	49,83	49,46	49,01	48,60

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNFcp: carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; CT: carboidratos totais, FDNi: Fibra insolúvel em detergente neutro; NDT: nutrientes digestíveis totais.

3.5. Ensaios de consumo e digestibilidade

Todos os animais do experimento foram submetidos a um ensaio de digestibilidade realizado no mês de abril de 2014 com duração de 12 dias. Para estimar a excreção de MS fecal (EF), foi utilizado o indicador externo óxido crômico (CrO_3), segundo recomendações de Smith & Reid (1955), em dose única diária (10 g/animal), acondicionado em cartucho de papel fornecidos por via oral, o qual foi aplicado no período da manhã de cada dia, entre 6:30 e 8:00 horas. Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes dos animais no oitavo (às 16 horas), nono (às 14 horas), décimo (às 12 horas), décimo primeiro (às 10 horas) e décimo segundo (às 8 horas) dias.

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 M005/1, conforme metodologias descritas por 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:

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

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(kg/kg), e

CMSS = consumo de MS do concentrado kg.

3.6. 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.

3.7. Análises estatísticas

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.

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

Em que:

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

4.1. Avaliação da forragem.

Para a disponibilidade de matéria seca total (DMST), disponibilidade matéria seca potencialmente digestível (MSPd), matéria seca verde (MSV), matéria seca das folhas (MSF), matéria seca dos Colmos (MSC) e relação Folha:Colmo (F/C), foram observados valores de 6.277,80 kg ha^{-1} , 4.927,10 kg ha^{-1} , 3.832,80 kg ha^{-1} , 1.814,00 kg ha^{-1} , 2.000,60 kg ha^{-1} e 0,91, respectivamente (Figura 1). A Taxa de lotação TL (UA- ha^{-1}) foi de 2,86 UA/ ha^{-1} com uma oferta de forragem (OF) de 14,31% PC durante o período experimental.

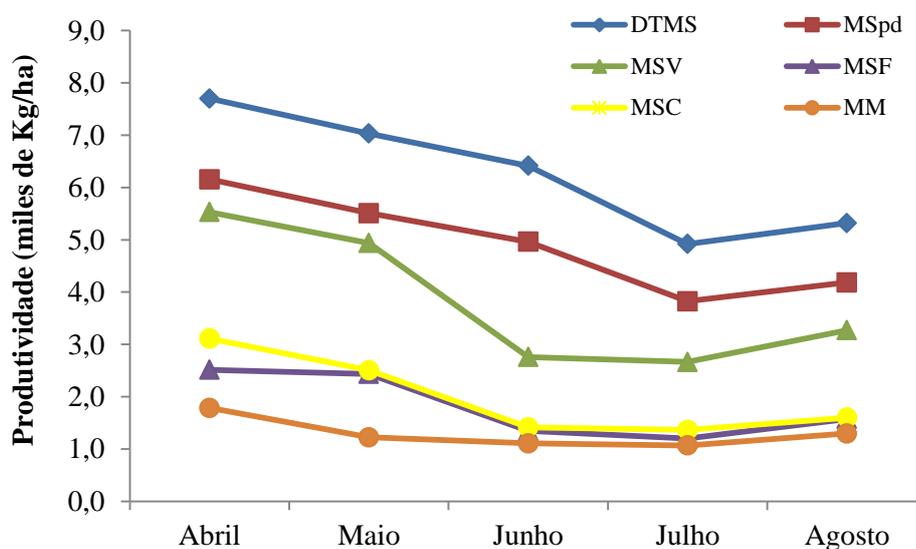


Figura 1. Característica da forragem (*Brachiaria Brizantha cv. Marandu*) durante o período experimental. DTMS=Disponibilidade total de matéria seca (kg/há), MSV=Matéria seca verde (kg/há), MSPD=Matéria seca potencialmente digestível (kg/há), MS F=Matéria seca das folhas(kg/há), MSC=Matéria seca do colmo(kg/há) e MM=Material morto (kg/há).

A DMST em média foi de 6.277,80 kg/ha, sendo esse valor elevado, superior aos 4.500,00 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. Nesse sentido, a MSpd encontrada neste estudo foi de 4.927,1 kg ha⁻¹, representando 78,64% da DMST, o que indica uma alta fração da forragem disponível para ser digerida, apresentando em média 3,91% PC dos animais, não limitando o consumo tão pouco a expressão genética, sendo esse valor próximo de 4 a 5% MSpd em %PC preconizados por Paulino et al. (2004) como valor mínimo.

A disponibilidade de matéria seca verde representada pela soma dos componentes morfológicos (folhas verdes + colmo + bainha verdes) apresentou valor médio de 3.832,80 kg/há, sendo superior às recomendações mínimas requeridas pelos animais, pois, segundo Silva et al. (2009), os valores mínimos devem ser de 1.200 kg.ha⁻¹ de MS verde. A relação folha:colmo foi de 0,91, estando dentro dos valores reportados pela literatura. Gomide et al. (2009), encontraram relação F/C de 0,43 e Rossa (2019), encontrou um valor de 1,50 em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na época das chuvas, assim, segundo o relatado por Santos et al. (2011), essa avaliação está associada à disponibilidade de forragem de qualidade para manter as exigências dos animais, pois a fração foliar contém as maiores concentrações de energia digestível, proteína bruta e minerais. Dando-se importância então ao manejo do pastejo, para garantir ao animal o consumo de maior proporção de lâminas foliares.

A taxa de lotação foi 2,86 UA/ha, o que foi possível uma OF média de 14,31% PC. Esse valor foi superior dos limites sugeridos por Hodgson (1990) de 10 a 12% PC para o animal expressar o máximo consumo.

A forragem ofertada aos animais deste experimento é considerada de boa qualidade proteica, uma vez que a esta apresentou um teor médio de proteína bruta de 9,90% 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.

A presença de chuvas durante o período experimental foi um fator importante na disponibilidade de forragem, que favoreceu a brotação e o perfilhamento, e conseqüentemente, o aumento no crescimento das plantas, a chuva foi maior no mês de março fator determinante para a disponibilidade de forragem no início do experimento

(abril). Nos meses de maio, junho e julho as chuvas foram mais pronunciadas, caindo no mês de agosto, mês em que foi finalizado o período experimental. A precipitação média mensal durante o período experimental foi de 44,3 mm (Figura 2). A precipitação média anual da região foi de 66 mm.

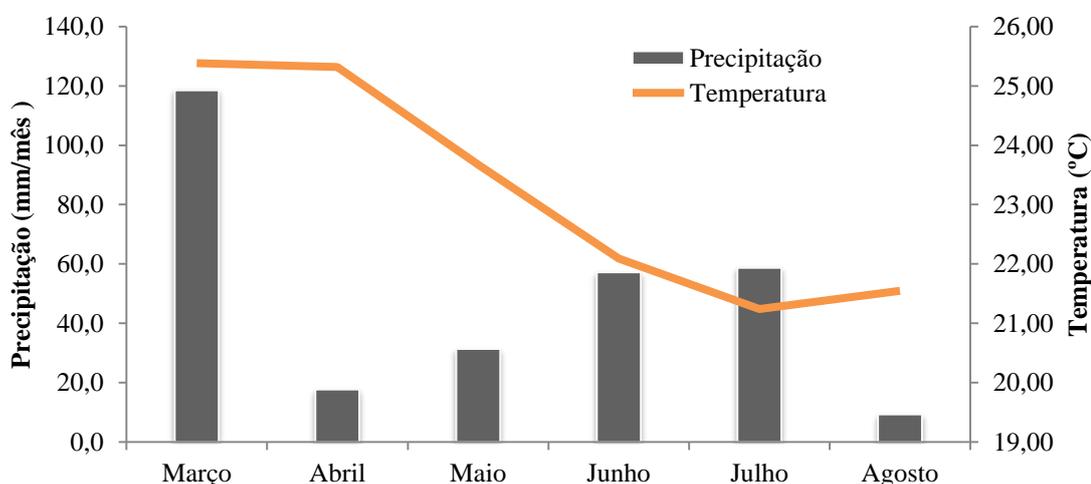


Figura 2. Média de precipitações e temperaturas mensais durante o período experimental.

De acordo com Tonato et al. (2010), a produtividade da pastagem pode ser afetada pela variedade de cultivares, temperatura, precipitação e luminosidade. Contudo, as variáveis climáticas podem ser correlacionadas, nesse sentido, outro fator determinante do crescimento da pastagem desta pesquisa foi a temperatura registrada durante o período experimental que em média foi de 22,89 °C, apresentando a mínima de 21,24 °C e máxima de 25,38 °C (figura 2).

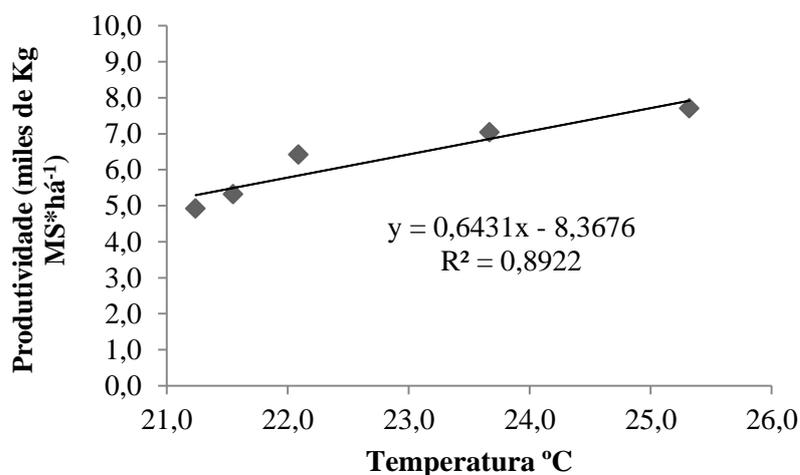


Figura 3. Correlação entre Disponibilidade de matéria seca total (DMST) e a temperatura no período experimental (temperaturas mensais).

A temperatura ideal para o crescimento de capins Braquiárias é de 30 a 35 °C e a mínima é de 15°C (SHERMAN & RIVEROS, 1990). Nesse sentido, houve uma correlação entre a disponibilidade de matéria seca e as temperaturas mensais, sendo a produção de forragem proporcional às temperaturas do período experimental, representando um valor de 643 kg de MS por unidade de temperatura em °C (figura 3).

4.2. Consumo de matéria seca e nutrientes

Referente à composição da dieta, o teor de proteína bruta apresentou 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 FDN_{cp} e FDN_i da dieta, aumentaram com a inclusão do farelo de mamona de 60,58 para 61,26% e 18,61 para 21,36%, respectivamente (Tabela 4).

As variáveis consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de matéria seca da forragem (CMS_{for}), consumo de matéria seca do suplemento (CMS_{sup}), consumo matéria seca do suplemento peso corporal (CMS_{supl} %PC), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN_{cp}), consumo fibra em detergente neutro peso corporal (CFDN_{cp} %PC), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF_{cp}) e consumo de nutrientes digestíveis Totais (CNDT) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pela substituição do FS pelo FM detoxificado na terminação dos novilhos mestiços, com valores médios de 10,41 kg/dia, 9,50 kg/dia, 8,56 kg/dia, 1,85kg/dia, 0,39% PC, 5,83 kg/dia, 1,25% PC, 1,98 kg/dia e 5,13 kg/dia, respectivamente (Tabela 5). No entanto, para o consumo de proteína bruta (CPB) e consumo de extrato etéreo (CEE) houve redução linear à medida foram aumentados os níveis de FM nos tratamentos.

O consumo médio diário de matéria seca da forragem (MS_{for}) foi de 8,56 kg, que juntamente com o consumo de suplemento (MS_{supl}) de 1,85 kg totalizaram um consumo médio total (CMS_{total}) de 10,41 kg, o que em relação ao PC representaram 1,93%, 0,42% e 2,36% respectivamente. Nesse sentido, pode-se inferir que todo o suplemento fornecido foi consumido pelos animais, independente do tratamento. O CMS_{total} obtido nesta pesquisa foi similar ao valor encontrado por De Araújo et al. (2021), de 2,48% CMS_{total} do PC de novilhos mestiços terminados a pasto suplementados com níveis crescentes de substituição FS pelo FM. Já os CMS_{for} e do CMS_{supl} foram similares aos encontrados por Lima II (2015), sendo de 1,83%, 0,39% do PC na recria de novilhos, respectivamente.

Tabela 5. Consumo de nutrientes em novilhos em terminação suplementados em pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do FS pelo farelo FM detoxificado.

Variável	Níveis de substituição					CV(%)	VALOR P	
	0%	30%	60%	90%	ER		L	Q
CMST (Kg)	10,26	10,7	10,28	10,29	$\hat{Y}=10,41$	7,553	0,7268	0,3042
CMS (%PC)	2,24	2,22	2,26	2,23	$\hat{Y}=2,24$	11,394	0,9645	0,9645
CMO (kg)	9,40	9,86	9,36	9,36	$\hat{Y}=9,50$	9,64	0,7478	0,3045
CMS _{for} (kg)	8,41	8,84	8,45	8,53	$\hat{Y}=8,56$	9,294	0,9749	0,2310
CMS _{sup.} (Kg)	1,85	1,95	1,83	1,77	$\hat{Y}=1,85$	21,686	0,5425	0,5113
CMS _{sup} (% PC)	0,40	0,40	0,40	0,38	$\hat{Y}=0,39$	21,548	0,5929	0,6598
CPB (Kg)	1,53	1,46	1,37	1,38	$\hat{Y}=1$	9,323	0,0079	0,3677
CFDNcp (Kg)	5,74	5,99	5,76	5,83	$\hat{Y}=5,83$	8,265	0,9338	0,5733
FDNcp (% PC)	1,25	1,23	1,27	1,27	$\hat{Y}=1,25$	12,208	0,7454	0,8159
CEE (kg)	0,14	0,14	0,13	0,12	$\hat{Y}=2$	8,088	0,0014	0,2622
CCNFcp (kg)	1,88	2,15	1,99	1,92	$\hat{Y}=1,98$	15,50	0,7075	0,2090
CNDT (kg)	5,11	5,35	5,04	5,03	$\hat{Y}=5,13$	16,37	0,5250	0,8142

CMS: consumo de matéria seca total em kg.dia⁻¹; CMS(%PC): consumo de matéria seca percentual do peso corporal; CMO: matéria orgânica kg.dia⁻¹; CMS_{for}: consumo de matéria seca de forragem kg.dia⁻¹; CMS_{supl}: consumo de matéria seca de suplemento em kg.dia⁻¹; CPB: proteína bruta kg.dia⁻¹; CFDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína 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. Equações de regressão: $^1\hat{Y} = 1,516 - 0,0018x$, ($R^2=0,87$). $^2\hat{Y} = 0,143 - 0,0002x$, ($R^2=0,87$). P= Probabilidade de erro; L – Linear; Q – Quadrática.

O CMO não mostrou diferença significativa tendo em media 9,50 kg/dia, no entanto, resultado que foi similar ao encontrado por Diniz et al. (2011), sendo de 9,37 kg/dia onde não observaram diferença no consumo com níveis de 0, 33, 67 e 100% de substituição FS pelo FM em bovinos em pastejo. Pelo contrario, De Matos et al. (2018), suplementando novilhas em pastejo encontraram uma diminuição no CMO de 0,01% para cada unidade de FM incluída na dieta, encontrando 5,72 kg/dia como ingestão mínima, os resultados deste estudo foram superiores numericamente atribua-se ao conteúdo de MO da dieta fornecidos animais.

No entanto, para a PB (kg) houve um decréscimo ($P < 0,05$) no consumo de 0,0018% por cada 1% de FM incluído na dieta. Pode-se inferir que foi pela redução no teor de proteína da dieta total a medida foram incrementados os níveis do FM. 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 9,90%, aliado ao suplemento permitiu o teor de PB em média de 13,49% da dieta total (Tabela 5), o que possibilitou o pleno aproveitamento dos nutrientes e da matéria seca total, uma vez que foi superior a 7% PB mínimo recomendados por Van Soest (1994). A deficiência de proteína menor de 7-8% da dieta total pode diminuir o CMS e pode comprometer o crescimento e desenvolvimento de microrganismos ruminais e para favorecer a atividade microbiana fibrolítica, permitindo a capacidade plena de utilização dos carboidratos fibrosos da forragem tropicais (LAZZARINI et al., 2009).

O CFDNcp não mostrou diferença entre tratamentos ($P > 0,05$), sendo de 5,83 kg/animal/dia o que representa 1,3% em relação ao PC. Esse valor esteve abaixo do limite de 1,8% do PC para evitar regulação no consumo de matéria seca por mecanismos físicos (Barbosa et al. 2007 e Schio, 2009), nesse caso, não houve enchimento ruminal. Nesse sentido, Van Soest (1994), relata que o FDN da dieta está relacionado com o espaço ocupado pelos alimentos no rúmen e expressa a capacidade de enchimento desse órgão. No entanto, Silva et al. (2010), em condições tropicais encontraram consumos de FDN de 1,61, 1,41, 1,11 e 0,98% PC, respectivamente, em níveis de suplementação de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% do PC, não encontraram diferenças no consumo de nutrientes pelos animais, em pastagem de *Brachiaria brizantha* com disponibilidade média de 3.655 kg/ha⁻¹.

Apesar dos níveis de substituição do FS pelo FM incrementassem o FDNi nas dietas (2,75% a mais no tratamento com 90% de substituição), isso não interferiu no consumo devido à suplementação por ter sido média de 0,4% PC, representando um teor de FM de apenas 5% da dieta total. Nesse sentido, Barros et al. (2011), não encontraram efeito significativo no CFDN com a substituição do FS pelo FM, por apresentar o teor de FM de 8% na dieta total no nível máximo de substituição.

De acordo com Oliveira et al. (2010), apesar da maior fração indigestível da fibra em detergente neutro do FM, em torno de 66% do FDN, a rápida degradação da fração potencialmente degradável de fibra em detergente neutro (FDNpd) e o tamanho pequeno da partícula indigestível de FDN facilitou os processos de o desaparecimento ruminal do FM, e do FDN fatos que podem explicar a falta de efeito.

Sampaio et al. (2009) afirmaram que quando a PB está acima de 10%, o substrato FDN é utilizado com maior eficiência, e neste estudo, a PB representou 13,49% da dieta. Esse valor é maior do limite (6-8%) de PB sugerido por Lazzarini et

al. (2009) para a otimização do uso da forragem, por isso, não houve diferenças no CFDNcp em função dos níveis de substituição.

No caso do CEE houve uma redução ($P < 0,05$), no consumo de 0,002% para cada 1% de FM aumentado no suplemento, pode-se inferir que o fator responsável foi o conteúdo de EE do suplemento, porém os animais tiveram o mesmo consumo de suplemento, o conteúdo de EE do mesmo diminuiu, então a ingestão de EE pelos animais foi baixa. Isso já era esperado, devido à menor concentração desse nutriente no FM. Palmquist e Jankins (1980) sugerem que o teor de 6,0% da MS de EE é o limite máximo capaz de inibir o crescimento de microrganismos ruminais e recobrir a fibra dos alimentos, reduzindo sua digestão e também o CMS. Todavia, a percentagem encontrada nesta pesquisa está abaixo desse limite, sendo 3,04; 3,02; 2,88 e 2,88%, respectivamente, para os tratamentos FM00, FM30, FM60 e FM90, em base na MS da dieta. Nesse sentido, De Matos et al., (2018), encontraram valores superiores aos desta pesquisa sendo de 0,20 a 0,25 kg/animal/dia, avaliando níveis de 0, 20, 50, 75 e 100% de substituição de FS pelo FM em novilhas em pastejo, no entanto, com suplementação de 0,7% PC. Ainda sendo os valores maiores foi evidente a diminuição do CEE produto da redução do conteúdo de EE na dieta total pela substituição crescente de FS pelo FM.

O CCNF não mostrou diferença entre os tratamentos, com média de 1,98 Kg/dia. Tal resultado foi superior ao encontrado por Barros et al. (2011), em novilhas em pastejo suplementadas com de 0, 33, 67 e 100% de substituição FS pelo FM, encontraram um comportamento quadrático onde o CCNF máximo de 1,32 kg/dia foi encontrado quando o nível foi de 45,24% de substituição.

CNDT não variou entre os tratamentos, em que os animais consumiram em média 5,13 kg/dia, resultado que foi maior a 4,79 kg/dia que é o recomendado por Marcondes et al. (2016). No entanto, Barros et al. (2011) encontraram valores menores em média 3,82 kg/dia em novilhas em pastejo suplementadas com substituição FS pelo FM.

4.3. Digestibilidade da matéria seca e nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDNcp) e extrato etéreo (DEE), não foram influenciados ($P > 0,05$) pela substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado, apresentando um valor médio de 49,51%, 53,45%, 50,49%, 51,01% e

48,34%, respectivamente. No entanto, houve efeito linear decrescente na digestibilidade da proteína bruta (DPB) ($P < 0,05$), e efeito linear crescente na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNFcp) ($P < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Digestibilidade de nutrientes da dieta de novilhos suplementados em pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado.

Variável	Níveis de substituição					CV%	VALOR P	
	0%	30%	60%	90%	ER		L	Q
DMS (%)	49,60	50,39	48,48	49,58	$\hat{Y}=49,51$	15,00	0,8547	0,9499
DMO (%)	54,27	53,82	52,39	53,30	$\hat{Y}=53,45$	13,10	0,6606	0,7597
DPB (%)	64,79	62,59	60,88	58,15	$\hat{Y}=1$	9,80	0,0154	0,8912
DFDNcp (%)	53,24	49,09	49,64	50,00	$\hat{Y}=50,49$	16,20	0,43328	0,3884
DEE (%)	53,69	54,89	49,73	45,74	$\hat{Y}=51,01$	22,40	0,08128	0,4776
DCNFcp(%)	47,55	60,22	60,12	60,07	$\hat{Y}=2$	21,26	0,03526	0,1056
NDT(%)	49,89	49,454	45,407	48,6	$\hat{Y}=48,34$	19,94	0,56518	0,5556

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: $^1\hat{Y} = 64,847 - 0,0721x$, ($R^2=0,99$); $^2\hat{Y} = 51,371 + 0,1249x$, ($R^2=0,59$). P= Probabilidade de erro; L – Linear; Q – Quadrática.

A DMS determina o aproveitamento de nutrientes fornecidos aos animais tanto na quantidade que é digerida como as diferenças ou limitações que esta possa apresentar, nesse sentido, os resultado nesta pesquisa não foram diferentes nos tratamentos sendo em média 49,51% de DMS, sendo similar ao encontrado por Diniz et al. (2010), com 42% de DMS em bovinos em confinamento com substituição do FS pelo FM no concentrado. De Araujo et al. (2021), não encontraram diferença na DMS, com uma media de 66,52%, no entanto com uma suplementação de 0,5% PC na terminação de novilhos em pastejo com níveis de substituição de FS pelo FM.

DMO não foi diferente para os níveis de substituição, encontrando um valor médio de 53,45%, deve-se ao fato que as dietas foram formuladas e apresentaram valores similares entre elas, juntamente com o CMO que não foi diferente a medida os níveis de farelo de mamona incrementaram. Diante do exposto anteriormente, pode-se afirmar que não é provável que as dietas com farelo de mamona fornecidas continham um baixo aporte de energia pelo que não diminuíram o sincronismo e, conseqüentemente, a síntese de microrganismos no rúmen.

Para a DPB houve uma redução, podendo-se inferir que foi produto do aumento nas frações de Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e Nitrogênio insolúvel em detergente acida (NIDA) da dieta com o aumento do teor FDNi na dieta conforme foram incrementados os níveis de farelo de mamona, que o teor de FDNi médio deste estudo foi 45,11%, mas segundo Oliveira et al. (2010), podendo conter mais de 60% de FDNi.

Nesse sentido, Costa (2010), em dietas com substituição do F pelo FM em vacas leiteiras, encontrou um teor de 40,34 do FDNi no FM utilizado, o que levou a uma redução na DPB, tal resultado foi atribuído às frações de NIDN e NIDA, com teores de 35,60 e 6,75% do nitrogênio total, respectivamente. Nesse sentido, os autores relataram que a substituição do FS pelo FM modifica a composição dos compostos nitrogenados, os carboidratos e a fibra. Também o fato que os coprodutos de oleaginosas têm parte da proteína indisponível, o que pode reduzir a digestibilidade da mesma. De Matos et al. (2018) encontraram redução na digestibilidade da PB, por cada unidade de FM incluída no suplemento, reduziu o, 0494% da DPB a medida foram aumentados os níveis de 0 a 100% de substituição do FS pelo FM, em novilhas em pastejo suplementadas com 0,7% PC.

Em relação à DFDN o esperado seria que a digestibilidade pudesse ser reduzida, devido ao aumento do FDNcp na dieta com a inclusão do FM, porém, esse comportamento não ocorreu, possivelmente, devido ao tratamento alcalino melhorar a taxa de degradação ruminal da fração FDN potencialmente degradável (OLIVEIRA et al., 2010). De acordo com De Araújo et al. (2021), a similaridade na DFDNcp pode ser facilmente explicada pela estandardização do processo do FM, que primeiramente passa pelo tratamento quente para extração do óleo seguido de solventes químicos. DEE não se alterou em função dos tratamentos além da menor concentração e consumo desse nutriente na dieta, que desencadeou menor liberação ao animal. Pelo contrario Barros et al. (2011), encontraram um aumento de 0,0509% na digestibilidade do EE por cada 1% de FM incluído na dieta, podendo ser atribuído a outros fatores intrínsecos do animal.

O aumento da DCNF pode estar correlacionado com a composição do FM, onde para cada 1% de FM incluído no suplemento incrementou a digestibilidade em 0,1249%. Pode-se inferir que está relacionado ao conteúdo de CNF do suplemento que à medida que foram aumentados os níveis de FM o teor de CNF foi proporcional, também a suplementação não promoveu diferenças no CMO, CMS, e porem os CCNF. Nesse sentido, Barros et al. (2011), avaliando níveis de 0, 33, 67, 100% de substituição

do FS pelo FM encontraram um efeito linear crescente para na DCNF encontrando 0,0294% de incremento para cada 1% FM incluído no suplemento. O autor atribui esses resultados ao consumo de suplemento pelos animais já que promoveu a DMS, DMO, DPB, DEE e DCNF o que aumento o MGD dos animais suplementados dos que não.

A percentagem de NDT nas dietas não variou entre os tratamentos, apresentando uma média de 48,34 %. Atribua-se ao fato que a DMS não foi diferente conforme o aumento dos níveis de substituição FS pelo FM. No entanto, Barros et al. (2011), encontraram um efeito quadrático na percentagem de NDT onde a nível de 46% de substituição do FS pelo FM encontraram o valor mínimo de 63,80% de NDT, nesse sentido o autor atribuiu esse valor á diferença na DMS apresentada nos tratamentos.

4.4. Desempenho de novilhos no período águas-seca

Para as variáveis de desempenho animal, não houve efeito significativo dos níveis de Substituição do FS pelo FM ($P>0,05$) sobre o peso corporal final (PCF), o ganho médio diário (GMD), a conversão alimentar (CA) e no rendimento de carcaça (RC%) dos novilhos, apresentando valores médios de 478,85 kg, 0,73 kg/dia, 14,40 e 50, 41%, respectivamente (Tabela 7).

O desempenho animal é consequência do consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes da dieta, Silva et al. (2009), relataram que a matéria seca e dos principais fatores que impactam o processo produtivo, o consumo e indispensável, tendo um baixo consumo pode afetar o ganho de peso diário. Em termos de digestibilidade, Mertens (1992), relata que pelo menos de 10 a 40% tem influência a digestibilidade sobre o ganho de peso vivo.

Portanto, não houve diferença no GMD dos novilhos apresentando em média 0,73 kg/dia, devido a não diferença estatística no consumo e digestibilidade da MS das dietas consumidas pelos animais. No entanto, esse valor encontrado foi menor ao esperado já que a dieta foi formulada para um GMD de 1 kg/dia, pelo que se pode atribuir ao fator genético. Com os animais utilizados não foi possível alcançar os ganhos esperados. De acordo com Junior et al. (2010), o fator genético Holandês/zebu e um fator que interfere nos ganhos de peso em novilhos. Nesse sentido, muitos autores sinalam que as condições nas que se desenvolvem os animais nas etapas iniciais pode comprometer o desempenho futuro e a viabilidade na pecuária de corte.

Tabela 7. Desempenho de novilhos suplementados em pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com substituição do FS pelo FM detoxificado.

Variável	Níveis de substituição					CV %	Valor de P	
	0%	30%	60%	90%	ER		L	Q
PCI Kg	391,10	404,80	389,40	398,40	$\hat{Y}=395,93$	-	-	-
PCF Kg	473,70	510,00	479,70	488,00	$\hat{Y}=487,85$	8,81	0,836	0,310
GMD kg/dia	0,69	0,79	0,70	0,74	$\hat{Y}=0,73$	10,76	0,599	0,222
CA	14,89	13,87	14,81	14,03	$\hat{Y}=14,40$	12,10	0,505	0,828
RC %	50,89	50,12	49,96	50,41	$\hat{Y}=50,34$	4,30	0,612	0,379

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. P= Probabilidade de erro; L – Linear; Q – Quadrática.

No entanto, esse valor de 0,73 kg/dia esta dentro dos valores encontrados na literatura para bovinos mestiços em pastejo. Porto et al.(2008) encontraram valores para GMD de 0,92 kg /dia em novilhos mestiços Holandeses/zebus suplementados com diferentes fontes de milho durante a época das aguas, também Signoretti et al. (2012), encontraram GMD de 0,382 kg/dia, em novilhas mestiças em pastejo suplementadas com caroço de algodão durante a época seca, em ambos estudos os animais pastejaram em *Brachiaria brizantha* cv Marandu, pelo que o valor encontrado nesta pesquisa esta dentre dos valores médios.

Barros *et al.* (2011), encontraram resultados satisfatórios no desempenho produtivo de novilhas de corte em pastagem de *Brachiaria decumbens*, substituindo o FS pelo FM, atingindo ganhos inferiores de 0,500 kg/dia. Araújo *et al.* (2021), não encontrou diferenças significativas no GMD de 1 kg/dia em novilhos terminados em pastejo recebendo ate 43,37% de substituição do FS pelo FM no suplemento fornecido ao 0,5% PC, em ambos estudos atribuiu-se á qualidade da pastagem da época.

Para tais resultados, pode-se atribuir também ao teor de proteína que foi proporcionado com a inclusão da mamona no suplemento que variou de 12,99 a 14,59% e, ainda tendo uma digestibilidade decrescente a medida foram aumentados os níveis de suplementação, superou a exigência de proteína estabelecida pelo NRC (2000), sendo 11% para bovinos de corte em pastejo.

A disponibilidade de forragem que os animais tiveram foi de qualidade, supriu os requerimentos pelo que não se observou diferença entre o GMD dos animais que foram suplementados com farelo de mamona dos que foram com farelo de soja. O bom rendimento da pastagem deve-se à qualidade da mesma, manejo e as chuvas que se

apresentaram aos inícios e durante o período do experimento. Os animais obtiveram um ganho médio de 2,92 arrobas por animal em 120 dias, durante o período de transição águas-seca, ou seja, 6,25 arrobas por hectare, considerando a taxa de lotação de 2,14 UA por hectare. Esse desempenho é duas vezes superior a média brasileira de ganho de peso que é de 3 arrobas por hectare ano (IBGE, 2007).

Para o rendimento de carcaça, foi observado valor médio de 50,34% dentro dos intervalos encontrados na literatura de 45-50. Rezende et al. (2012), trabalhando com animais mestiços provenientes pastejo de *Brachiaria brizantha* suplementados ao 0,5% do PC e terminados em confinamento, encontraram rendimento de carcaça de 48,62%.

V. CONCLUSÃO

A substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona detoxificado pode ser efetuada em até 90% na composição do suplemento para novilhos mestiços em pastejo, na fase de terminação, no período de transição águas-secas, sem prejuízo no desempenho dos animais.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, FL, DE SOUZA, KA, DE MOURA SANTANA, N. et al. Desempenho animal, comportamento ingestivo e características de carcaça de novilhos terminados em pastejo suplementados com proteína do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.). **Tropical Animal Health and Production** , 53 (2), 1-11. 2021.

BARBOSA F.A.; GRAÇA, D.S.; MAFFEI, W.E. et al. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.160-167, 2007

BARROS, L. V. D., 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**, 40, 843-851. 2011.

COSTA, JULIANA VARIZ DA. **Desempenho produtivo de vacas lactantes alimentadas com farelo de mamona tratado com óxido de cálcio**. Dissertação Mestrado. Programa de pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. 2010.

COSTA, V. A. C., DETMANN, E., PAULINO, M. F., et al. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 1788-1798. 2011.

DE MATOS, L. H. A., DE CARVALHO, G. G. P., SILVA, R. R., et al. The Use of Castor Meal, a by-Product of the Biodiesel Industry, in a Beef Production System in Tropical Pastures. **Annals of Animal Science**, 18(2), 469. 2018.

DE SOUZA, D. D., DA SILVA, F. F., SILVA, R. R., et al. Performance and nutritional parameters of lactating cows on pasture receiving castor bean meal. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 2619-2629. 2017.

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

DETMANN, E., QUEIROZ, A. C. D., CECON, P. R., et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32, 1763-1777. 2003.

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, n. 4, p. 980-984, 2010.

DIAS-FILHO, MOACYR BERNARDINO. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos** (INFOTECA-E). 2014.

DINIZ, L. L., VALADARES FILHO, S. C., DE OLIVEIRA, A. S., PINA, D. S., DA SILVA, L. D., BENEDETI, P. B., VALADARES, R. F. D. Castor bean meal for cattle finishing: 1—Nutritional parameters. **Livestock Science**, 135(2-3), 153-167. 2011.

GOMIDE, C. A. D. M., REIS, R. A., SIMILI, F. F., E MOREIRA, A. L. Atributos estruturais e produtivos de capim-marandu em resposta à suplementação alimentar de bovinos e a ciclos de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44, 526-533. 2009.

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. (1990). Gestão de pastoreio. Ciência em prática. Longman Group UK Ltd.

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.

JÚNIOR, V. R. R., SILVA, F. V., DE BARROS, R. C., DOS REIS, S. T., COSTA, M. D., SOUZA, A. S., ... & DOS SANTOS OLIVEIRA, L. L. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e mestiços terminados em confinamento Performance and carcass characteristics of crossbred and Nelore bovines finished in confinement. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 2010.

LAZZARINI, I., DETMANN, E., SAMPAIO, CB. 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** , 61 (3), 635-647. 2009.

MARCONDES, M. I., DA SILVA, A. L., GIONBELLI, M. P., DE CAMPOS, S. Exigências de energia para bovinos de corte. BR-Corte: **Tabela Brasileira De Exigências Nutricionais**; DZO/UFV: Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 163-190. 2016.

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.

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

OLIVEIRA, A. S. D. **Co-produtos da extração de óleo de sementes de mamona e de girassol na alimentação de ruminantes**. Tese Doutorado. Programa de Pós-Graduação em zootecnia. Universidade Federal de Viçosa(UFV). Viçosa, MG. 183p. 2008.

OLIVEIRA, R. H. D., SOUZA, M. J. D. L., MORAIS, O. M., GUIMARÃES, B. V. C., & PEREIRA JÚNIOR, H. D. A. Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 32, 701-707. 2010.

OLIVEIRA, T., GOUVÊA, E. P., ODAGIMA, A. M., SHITSUKA, D. M., SHITSUKA, R. Um estudo de matérias primas para a fabricação de biodiesel. **Revista Educação, Gestão e Sociedade: revista da Faculdade Eça de Queirós**, ISSN, 2179-9636. 2017.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1014, 1980.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALENTE, E; BARROS, L.V. Nutrição de bovinos em pastejo. In: **4 Symposium on strategic management of pasture**, Viçosa, mg, Brazil, p.131 -169, 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.

PIMENTEL, LEIDIANE REIS. **Estratégias de suplementação para produção de novilhos precoces em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha cv. Marandu***. Tese Doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA. 101p. 2018.

PORTO, M. O., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. D. C., SALES, M. F. L., DETMANN, E., & CAVALI, J. 834 Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das 835 águas: desempenho e parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(12), 2251-2260. 2008.

REZENDE, P. L. D. P., RESTLE, J., FERNANDES, J. J. D. R., FREITAS NETO, M. D. D., PRADO, C. S., E PEREIRA, M. L. R. Características da carcaça e da carne de novilhos mestiços submetidos a diferentes estratégias nutricionais na recria e terminação. **Ciência Rural**, 42(5), 875-881. 2012.

ROSSA, FERNANDO. **Torta de dendê em dietas para novilhas de corte terminadas a pasto**. Dissertação mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Programa de pós-graduação em zootecnia, Itapetinga, BA. 81p. 2019.

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

SAMPAIO, C B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, 2009.

SANTOS, M. E. R., FONSECA, D. M. D., GOMES, V. M., GOMIDE.; et al. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 2323-2331. 2011.

SHERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832p.

SIGNORETTI, R. D., DE SOUZA, F. H. M., DE OLIVEIRA, E. M., SCHMIDEK, A., & PESSIM, B. Suplementação com diferentes fontes proteicas e energéticas sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de novilhas mestiças leiteiras mantidas a pasto de capim Marandu na época da seca. **Boletim de Indústria Animal**, 69(2), 854-155-163. 2012.

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

SILVA, R. R., PRADO, I. N. D., CARVALHO, G. G. P. D., SILVA, F. F. D., ALMEIDA, V. V. S. D., SANTANA JÚNIOR, H. A. D., ABREU FILHO, G. Supplementation levels in finishing of nelore steers on pastures: economic aspects. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(9), 2091-2097. 2010.

TONATO, F., BARIONI, L. G., PEDREIRA, C. G. S., DANTAS, O. D., E MALAQUIAS, J. V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45, 522-529. 2010.

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

WILM, HAROLD G., DAVID F. COSTELLO E GRAYDON E. KLIPPLE. "Estimativa da produção de forragem pelo método de amostragem dupla." **Jornal da Sociedade Americana de Agronomia** (1994).