



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

**UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM DIETAS PARA VACAS
LACTANTES**

Autor: Reginaldo Muniz da Silva
Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2024

REGINALDO MUNIZ DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM DIETAS PARA VACAS
LACTANTES**

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

Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires
Co-orientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva
Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira Filho

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2024.

636.085 Silva, Reginaldo Muniz.

S583u Utilização da palma forrageira em substituição ao milho em dietas para vacas lactantes. / Reginaldo Muniz da Silva. – Itapetinga-BA: UESB, 2024.

72f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação da Prof.^a D. Sc. Aureliano José Vieira Pires e coorientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e do Prof. D. Sc. Carlos Alberto Alves de Oliveira Filho.

1. Vacas lactantes - Palma forrageira - Dieta. 2. Vacas lactantes - Palma forrageira – Produção de leite – Aspectos nutricionais. 3. Vacas lactantes - Palma forrageira – Viabilidade econômica. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Oliveira Filho, Carlos Alberto Alves de. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

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

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Palma forrageira – Alimentação de ruminantes - Substituição ao milho

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Recredenciada pelo Decreto Estadual
Nº 16.825, de 04.07.2016

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Utilização da palma forrageira em substituição ao milho em dietas para vacas lactantes”

Autor (a): Reginaldo Muniz da Silva

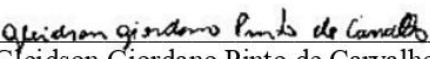
Orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

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

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


Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires (Orientador) – UESB


Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva (Co-orientador) – UESB


Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho – UFBA


Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior – UFBA


Prof. Dr. Ariomar Rodrigues dos Santos – IF Baiano

Data de realização: 28 de fevereiro de 2024.

“Se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando um pão, ao se encontrarem, eles trocam os pães; cada um vai embora com um. Porém, se dois homens vêm andando por uma estrada, cada um carregando uma ideia, ao se encontrarem, trocam as ideias; cada um vai embora com duas.”

Provérbio Chinês

Ao

meu querido pai, José Reginaldo Borges da Silva e especialmente à minha grandiosíssima mãe, Elisângela Ribeiro Muniz da Silva “rainha” (in memoriam), que foram extremamente fundamentais para o início e fim desta jornada, pois sempre me incentivaram e nunca deixaram faltar amor incondicional.

Aos

meus tios, avós, amigos e demais parentes, pelo estímulo. Especialmente ao meu avô, Odilon Ventura Ribeiro Muniz (in memoriam), que sempre me motivou e foi além de avô, um grande amigo; à minha querida irmã, Eliz Regina Muniz da Silva (in memoriam), que foi meu anjo da guarda no decorrer da minha trajetória; e ao meu irmão, Pedro Samuel Muniz da Silva, que me motivou a continuar e finalizar este presente momento.

Aos

meus professores, pelo ensinamento, especialmente ao meu professor orientador Dr. Aureliano José Vieira Pires, por todo conhecimento passado, apoio e vínculo de amizade formado.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu bom Deus, pelo dom da vida e por ter me dado força, proteção e saúde para concluir esta trajetória.

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

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela bolsa de estudos.

Agradeço ao meu pai, José Reginaldo Borges da Silva e à minha mãe, Elisângela Ribeiro Muniz da Silva (*in memoriam*), por todo apoio, carinho, compreensão, motivação, amor. Não poderia deixar de destacar os meus agradecimentos especiais à minha querida e grandiosíssima mãe (rainha), pois foi uma verdadeira GUERREIRA enquanto vida e me doou todo o amor que uma mãe poderia dar ao seu filho. Por ela e com a ajuda de Deus cheguei até este ponto que me encontro agora. OBRIGADO, minha eterna RAINHA, TE AMO!

Agradeço aos meus tios, avós, amigos e demais parentes, pois todos de certa forma e em algum momento me ajudaram com conselhos ou palavras que me motivaram a continuar.

Agradeço ao meu grandiosíssimo avô, Odilon Ventura Ribeiro Muniz (*in memoriam*), pois mais do que avô, sempre foi um grande amigo íntimo e sempre se preocupou comigo.

Agradeço à minha querida irmã, Eliz Regina Muniz da Silva (*in memoriam*), que sempre busquei ajuda através de orações, e apesar de não estar presente fisicamente sempre esteve comigo em presença de espírito.

Agradeço ao professor Aureliano José Vieira Pires por todo suporte, apoio e prestatividade como orientador, bem como agradeço a todos integrantes do Grupo de Estudo e Pesquisa em Forragicultura - GEPEF que de maneira direta ou indireta ajudaram nos trabalhos que foram desenvolvidos, tanto em nível de campo como laboratorial.

BIOGRAFIA

REGINALDO MUNIZ DA SILVA, filho de José Reginaldo Borges da Silva e Elisângela Ribeiro Muniz da Silva, nasceu em Licínio de Almeida, no dia 03 de fevereiro de 1994. Em outubro de 2011 iniciou, e em outubro de 2016 concluiu o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *campus* Vitória da Conquista – BA. Em dezembro de 2016, foi aprovado pelo Programa de Pós – Graduação em Zootecnia da UESB, *campus* Itapetinga – BA, para cursar o Mestrado em Zootecnia, na área de concentração de estudos direcionada para a produção de ruminantes. Em março de 2017, iniciou o Mestrado em Zootecnia, na condição de bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, realizando pesquisa voltada à área de Alimentação e Nutrição de Ruminantes. No mês de março de 2019 concluiu o Mestrado. No ano de 2020 ingressou no Doutorado em Zootecnia da universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na condição de bolsista da Fundação de Amparo à pesquisa do estado da Bahia.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS DO ANEXO	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE QUADROS DO ANEXO.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
I – REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1.INTRODUÇÃO	1
1.2.Panorama de produção do milho no Brasil e sua importância na alimentação de ruminantes	2
1.3.Palma forrageira como alternativa na alimentação de ruminantes	3
1.4.Efeito da substituição do milho pela palma em dietas para ruminantes	5
1.5.Referências Bibliográficas	8
II – OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
III – MATERIAL E MÉTODOS	12
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
V – CONCLUSÃO.....	45
VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VII – ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS DO ANEXO

	Página
FIGURA 1. Processo de amonização do bagaço de cana-de-açúcar com 5% de ureia na MS	54
FIGURA 2. Pesagem, acomodação das vacas nas baias, preparo e armazenagem dos concentrados	55
FIGURA 3. Preparo das dietas para fornecer às vacas	55
FIGURA 4. Fornecimento das dietas e pesagem das sobras	56
FIGURA 5. Pesagem do leite	56
FIGURA 6. Coleta e processamento das amostras	57
FIGURA 7. Anotações sobre o comportamento ingestivo	57

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição percentual das dietas com base na matéria seca.....	14
TABELA 2. Composição químico-bromatológica dos alimentos com base na matéria seca.....	17
TABELA 3. Composição químico-bromatológica das dietas com base na matéria seca.....	18
TABELA 4. Consumo da matéria seca (CMS) e demais nutrientes por vacas alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	25
TABELA 5. Digestibilidade (D) da matéria seca e demais nutrientes de dietas contendo níveis de substituição do milho pela palma forrageira.....	28
TABELA 6. Consumo de água de bebida (IAB), consumo de água coloidal (IAC) e consumo de água total (IAT) de vacas alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	29
TABELA 7. Comportamento ingestivo de vacas alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	31
TABELA 8. Eficiência alimentar de vacas alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	32
TABELA 9. Produção de proteína microbiana e balanço de compostos nitrogenados no metabolismo digestivo de vacas leiteiras lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	36
TABELA 10. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.....	38
TABELA 11. Análise do custo das dietas experimentais em que o milho foi substituído pela palma forrageira.....	39
TABELA 12. Análise financeira simples, levando-se em consideração apenas a receita bruta da venda do leite (RBVL) e o custo com a alimentação (CTA).....	41
TABELA 13. Análise financeira das dietas experimentais, segundo metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976), desconsiderando a receita do	

bezerro.....	42
TABELA 14. Análise econômica das dietas, usando como indicadores o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), desconsiderando a receita do bezerro.....	43
TABELA 15. Análise financeira das dietas experimentais, segundo metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976), considerando a receita de um bezerro ao ano.....	44
TABELA 16. Análise econômica das dietas, usando como indicadores o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), considerando um bezerro ao ano.....	45

LISTA DE QUADROS DO ANEXO

	Página
QUADRO 1. Custo dos ingredientes utilizados na formulação do concentrado	51
QUADRO 2. Orçamento para a implantação de um hectare de palma forrageira (<i>Opuntia ficus indica</i> L.)	52
QUADRO 3. Orçamento para elaboração do bagaço de cana amonizado, com 5% de ureia	52
QUADRO 4. Valores e itens considerados para a análise financeira durante o período experimental - COT, Matsunaga et al. (1976)	53
QUADRO 5. Valores e itens considerados para a análise financeira no período experimental – Depreciação por animal, Matsunaga et al. (1976)	53
QUADRO 6. Valores e itens considerados para a análise financeira durante o período experimental – CT, Matsunaga et al. (1976)	53

RESUMO

SILVA, Reginaldo Muniz. **Utilização da palma forrageira em substituição ao milho em dietas para vacas lactantes**. Itapetinga, BA: UESB, 2023. 72p. Tese: (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes) *.

Objetivou-se avaliar a substituição do milho pela palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Foram avaliados o consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, consumo de água, comportamento ingestivo, eficiência alimentar, balanço de nitrogênio, produção do leite, composição do leite e viabilidade econômico-financeira do uso das dietas. O experimento foi realizado na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Encruzilhada-BA. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino duplo (4 x 4), composto de oito vacas multíparas, mestiças Girolando ½ sangue Holandês/Zebu com 60 a 80 dias de lactação e peso de $450,0 \pm 30,0$ Kg. As dietas experimentais foram formuladas com a substituição do milho pela palma em níveis crescentes (0; 33,3; 66,6 e 100%, com base na matéria seca). Não houve diferença ($P > 0,05$) nos consumos de matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em Kg.dia^{-1} , sendo observadas médias, respectivamente, de 17,59; 5,71; 7,73; 2,63 e 11,76 Kg.dia^{-1} . Houve diferença para consumo de MS (%PC) e ($\text{g/Kg PC}^{0,75}$), bem como no consumo da FDNcp (%PC), sendo observado comportamento quadrático com pontos de máxima em 3,97 %PC; 186,8 $\text{g/Kg PC}^{0,75}$ e 1,30 %PC. Houve redução ($P < 0,05$) linear na digestibilidade da MS, FDNcp e NDT à medida que o milho foi substituído pela palma nas dietas, ocorrendo um decréscimo de 0,06; 0,17 e 0,09%, respectivamente nos valores, à medida que cada unidade percentual de palma foi acrescentada nas dietas. Foi observada redução linear ($P < 0,05$) de 0,453 litro no consumo de água de bebida - IAB, para cada unidade de pala inserida na dieta em substituição ao milho. Para as variáveis de consumo de água coloidal - IAC houve um aumento de 0,454 L para cada unidade percentual de substituição do milho pela palma, seguindo o mesmo comportamento, o consumo de água total - IAT ($P < 0,05$). Não foi verificada influência ($P > 0,05$) da substituição do milho por palma forrageira sobre o tempo de mastigação total, número de bolos ruminados, eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e FDNcp. Não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) para a produção ($15,7 \text{ Kg.dia}^{-1}$) e composição do leite. Mesmo sendo observados valores positivos para a receita, menos custo com alimentação - RMCA R\$ 0,90; R\$ 3,60; R\$ 10,40 e R\$ 8,10 para os respectivos níveis de substituição de 0; 33,3; 66,6 e 99,9%, as dietas não apresentaram viabilidade econômica financeira, frente a simulação feita para estudo, pois os valores de taxa interna de retorno - TIR e valor presente líquido - VPL ficaram abaixo da taxa mínima de atratividade - TMA. Vendo-se os aspectos nutricionais, produtivos e econômico-financeiros é mais aconselhável substituir a palma forrageira pelo milho moído no máximo até o nível de 66,66% da MS.

Palavras-chave: *Zea Mays* L., *Nopalea cochenillifera* L., bagaço de cana-de-açúcar, produção de leite, aspectos nutricionais, viabilidade econômica.

*Orientador: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires/UESB. Co-orientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva/UESB e Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira Filho/UESB.

ABSTRACT

SILVA, Reginaldo Muniz. **Use of cactus pear to replace corn in the diet of lactating cows.** Itapetinga, BA: UESB, 2023. 72p. Thesis: (PhD in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production) *.

The objective was to evaluate the replacement of ground corn by cactus pear in diets for lactating cows. The intake and apparent digestibility of nutrients, water intake, ingestive behavior, feed efficiency, nitrogen balance, milk production, milk composition and economic-financial viability of using the diets were evaluated. The experiment was carried out at Fazenda Bela Vista, located in the municipality of Encruzilhada-BA. The experimental design used was a double latin square (4 x 4), composed of eight multiparous cows, crossbreed Girolando ½ Holstein/Zebu blood with 60 to 80 days of lactation and weight of 450.0 ± 30.0 kg. The experimental diets were formulated by replacing ground corn with palm at increasing levels (0; 33.3; 66.6 and 100%, based on dry matter). There was no difference ($P>0.05$) in the intakes of dry matter (DM), neutral detergent insoluble fiber corrected for ash and protein (NDFcp), non-fibrous carbohydrates (CNF), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) in $\text{Kg}\cdot\text{day}^{-1}$, with averages of 17.59; 5.71; 7.73; 2.63 and 11.76 $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$. There was a difference in DM intake (%BW) and ($\text{g}/\text{Kg PC}^{0.75}$), as well as in NDFap consumption (%BW), with quadratic behavior observed with maximum points at 3.97 %BW; 186.8 $\text{g}/\text{kg BW}^{0.75}$ and 1.30 %BW. There was a linear reduction ($P<0.05$) in the digestibility of DM, NDF and TDN as ground corn was replaced by cactus pear in the diets, resulting in a decrease of 0.06; 0.17 and 0.09%, respectively in values, as each percentage unit of cactus pear was added to the diets. A linear reduction ($P<0.05$) of 0.453 liters was observed in the intake of drinking water - IDW, for each unit of cactus pear inserted in the diet replacing ground corn. For the variables of intake colloidal water - ICW there was an increase of 0.454 L for each percentage unit of replacement of ground corn with cactus pear, following the same behavior, intake total water - ITW ($P<0.05$). There was no influence ($P>0.05$) of replacing ground corn with cactus pear on total chewing time, number of ruminated cakes, feeding efficiency and rumination of dry matter and NDFap. There was no significant difference ($P>0.05$) for milk production ($15.7 \text{ kg}\cdot\text{day}^{-1}$) and composition. Even though these are positive premiums for revenue, less food costs - RMCA R\$ 0.90; R\$ 3.60; R\$10.40 and R\$8.10 for the respective replacement levels of 0; 33.3; 66.6 and 99.9%, the unplanned economic and financial diets, compared to the simulation carried out for study, as the values of internal rate of return - IRR and net present value - NPV were below the minimum attractiveness rate - MARR. Considering the nutritional, productive and economic-financial aspects, it is more advisable to replace cactus with ground corn at a maximum level of 66.66% of the DM.

Key-words: *Zea Mays* L., *Nopalea cochenillifera* L., sugarcane bagasse, ammonization, milk production, nutritional aspects, economic viability.

* Adviser: Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires/UESB. Co-advisers: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva/UESB e Prof. Dr. Carlo Alberto Alves de Oliveira Filho/UESB.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande representante no cenário mundial da produção de bovinos, detendo 224,60 milhões de animais, sendo que deste total, 15,94 milhões são considerados vacas com aptidão leiteira ou mista, porém são ordenhados (IBGE, 2021). Juntos estes animais produzem 36,36 bilhões de litros de leite por ano, gerando uma renda de 68,17 bilhões de reais para o país (IBGE, 2021). Isto demonstra a importância que a bovinocultura leiteira apresenta para desenvolvimento social e econômico do país, servindo de atividade geradora de emprego e renda.

Apesar da grande importância da produção de leite de vaca no país, a maioria dos produtores ainda encontram dificuldades quanto ao manejo alimentar dos animais, especialmente em algumas zonas das região semiárida, onde o regime de chuvas durante o ano fica abaixo 450 mm (INMET, 2024). Nestas regiões o período ocorre o período de chuvas e de estiagem. No período de chuvas os animais conseguem manter a sua capacidade produtiva à pasto, porém, na época de estiagem prolongada, ocorre a falta de forragem no pasto ou a qualidade nutricional da pastagem é reduzida, havendo a necessidade do fornecimento de uma suplementação concentrada no cocho para os animais, especialmente com alimentos energéticos, quando se objetiva manter a produção.

Quando o problema é a baixa qualidade da pasto, esta questão pode ser amenizada através da suplementação dos animais, que é feita normalmente utilizando o milho. No entanto, o milho apresenta um custo elevado e se não utilizado estrategicamente pode elevar o custo de produção a ponto de tornar-se a atividade de produção leiteira inviável.

Considerando que o milho se apresenta no comércio com um custo elevado e o valor pago pelo leite não acompanha esta valorização, e acatando que muitas vezes a produção deste alimento na propriedade é impossibilitada pela falta de chuva ou irrigação, ao longo dos anos têm-se procurado por produtos alternativos que possam ser utilizados na alimentação de bovinos leiteiros, com o intuito de substituir este produto de forma viável.

A palma forrageira por ser adaptada a regiões quentes e de baixos índices pluviométricos, e por ser um alimento que se assemelha ao milho em relação ao valor energético, já vem sendo utilizada na alimentação de bovinos leiteiros em muitas propriedades rurais da região semiárida. Porém, o uso desta forrageira na alimentação de bovinos leiteiros ainda carece de muitas informações sobre o ponto de vista nutricional e especialmente financeiro, sendo que a maioria das informações geradas até o momento se referem a animais da espécie caprina, ovina ou são direcionadas a animais com baixa aptidão leiteira.

1.2. Panorama de produção do milho no Brasil e sua importância na alimentação de ruminantes

Nos últimos anos a produção de milho no Brasil cresceu linearmente decorrente do aumento da população mundial, que influenciou na elevação da demanda deste cereal para ser utilizado na alimentação humana. O investimento feito ao longo dos anos em tecnologias agrícola utilizadas nos sistemas de cultivo, permitiu o alcance de maiores patamares de produção, conciliados com maiores índices de produtividade por unidade de área, que subiu 2,7 t/ha no ano de 2000 para 4,6 t/há no ano de 2020, representando um crescimento de 41,30% (FAOFAST, 2021).

Outro fator que contribuiu fortemente para a crescente produção de milho no país, foi a necessidade da sua utilização na alimentação animal, seja na apresentação de grão *in natura*, silagem e/ou ração formulada. Isto se justifica em função do crescimento expressivo na produção animal que o cenário nacional veio apresentando nos últimos anos. O rebanho de bovinos no Brasil aumentou linearmente nas últimas décadas, apresentando um crescimento da ordem de 78,77% no número efetivo de animais, comparando-se o ano de 2020 em relação ao ano de 2000 (FAOFAST, 2021).

O milho pode ser utilizado na alimentação de ruminantes em sua totalidade em que toda a planta é oferecida ao animal, seja no formato *in natura* ou conservada na forma de silagem, podendo ainda ser oferecido para os animais apenas os grãos. Os grãos oferecidos aos ruminantes podem passar por processamento, em que são triturados para serem oferecidos isoladamente ou em formulação de concentrados, podendo ainda ser oferecidos inteiros, secos ou reidratados, situação comumente observada em sistemas de confinamentos do gado de leite ou de corte (Pinto & Millen, 2016).

O milho por apresentar um elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos (73,2%) em sua composição, se torna um importante alimento para auxiliar no metabolismo energético dos ruminantes, contribuindo nos processos de manutenção e produção animal (Jesus, 2020). À medida que os carboidratos chegam ao rúmen, uma parcela é utilizada para manter as funções vitais dos ruminantes e outra parte é aproveitada pelos microorganismos do rúmen para a produção de proteína microbiana, que é uma proteína extremamente importante de alto valor biológico, utilizada durante os processos de produção, seja de leite ou de músculo.

Apesar da importância nutricional na alimentação dos ruminantes, o milho apresenta um entrave quanto a sua utilização para a formulação de dietas. Por ser uma commodity agrícola e a sua produção ser quase que exclusivamente em sistema de sequeiro no Brasil, há uma constante variação no preço dos grãos, tanto em função da influência do mercado externo, como da própria sazonalidade climática, que faz com que em anos atípicos a produção seja reduzida e conseqüentemente os preços se elevem de acordo com “a lei da oferta e demanda”.

Com isso, surge a necessidade da utilização de produtos alternativos na alimentação de ruminantes, que possam ser utilizados nestes períodos, visando desta forma, contornar este problema, trazendo maior economicidade e eficiência ao processo de produção.

A palma forrageira surge então como uma alternativa, haja vista que esta é uma forrageira que possui elevado conteúdo energético em sua composição (Aguilar et al., 2015), sendo ainda extremamente adaptada a diversidade de variações climáticas ocorrentes, o que permite o seu cultivo também em região semiárida brasileira.

1.3. Palma forrageira como alternativa na alimentação de ruminantes

A palma forrageira é um alimento que apresenta variação em sua composição química, dependendo da espécie, idade dos cladódios e época do ano (EPAMIG, 2017), porém possui elevada concentração de carboidratos não fibrosos (60,7%) (Jesus, 2020), o que indica uma grande quantidade de energia passível de ser utilizada durante os processos fermentativos no rúmen pela microbiota ruminal, favorecendo a elevação da síntese de proteína microbiana. Assim, a palma pode ser um possível alimento substituto ao milho em dietas fornecidas para ruminantes, tendo ainda a vantagem de ser um alimento que não gera concorrência para a alimentação humana.

Apesar do alto conteúdo energético, a palma possui baixo teor de matéria seca (MS) de 8,8% e baixa quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) de 27,7% (Sosa, 2004), sendo requerido o ajuste destes componentes na dieta, visando evitar respectivamente, a redução no consumo pelo seu alto teor de umidade; e distúrbios digestivos pela baixa da ruminação, mastigação e conseqüentemente salivação, decorrentes do baixo conteúdo de fibra.

A saliva possui pH de 8,1 com ação tamponante no rúmen (Swenson, 1996), sendo responsável por manter a estabilidade do pH do líquido ruminal próximo a neutralidade e criar um ambiente favorável para a manutenção dos microorganismos benéficos a digestão. Sem a salivação a tendência é que o pH do rúmen caia e alcance valores mais baixos, tendendo ao ácido (Kononoff, 2005). Nesta condição, as funções fisiológicas digestivas do rúmen são afetadas negativamente promovendo a morte de bactérias gram negativas (benéficas à digestão) e o crescimento de bactérias gram positivas (maléficas à digestão) (Dias Júnior, 2016).

Assim, para evitar os problemas supracitados, quando se pretende utilizar a palma forrageira para alimentar ruminantes é extremamente necessário incluir juntamente na dieta, alimentos que apresentem maior quantidade de fibra, sendo importante e necessário que estas fontes de fibra sejam fisicamente efetivas, para que a mastigação e ruminação sejam estimuladas e as condições naturais do rúmen sejam preservadas.

A fibra fisicamente efetiva é aquela capaz de estimular o processo de ruminação. Para assim ser caracterizada, a fibra deve possuir alguns requisitos, como quantidade mínima de FDN e tamanho mínimo de partícula. Estes dois fatores estão estreitamente relacionados quando se objetiva conceituar a fibra fisicamente efetiva.

Atualmente, para medir o tamanho de partículas e conseqüentemente caracterizá-las como fibra fisicamente efetiva se usa o Pen State Particle Separator (PSPS), um objeto que possui 3 peneiras, sendo 19,0 mm, 8,0 mm e 1,18 mm. Nas duas primeiras peneiras ficam as partículas maiores que terão grande efeito sobre a ruminação, na última peneira e no fundo ficam as partículas que exercerão pouca influência sobre a ruminação e salivação. De acordo com Zebelli et al. (2012) para que haja o equilíbrio da flora ruminal é necessário que 14,8% a 19,6% da FDN na matéria seca seja com tamanho superior a 8,0 mm.

Em condições naturais a maioria dos alimentos volumosos possui a capacidade de se caracterizar como fibra fisicamente efetiva, porém caso sejam finamente moídos

ou triturados em partículas muito pequenas, estes irão reduzir sua função de estimular a motilidade ruminal no processo digestivo, como é o caso dos concentrados.

Neste sentido, o bagaço de cana-de-açúcar, resíduo proveniente da indústria sucroalcooleira, surge como uma boa alternativa para ser utilizada na correção do teor de fibra de dietas em que a palma forrageira é utilizada, pois apresenta elevado conteúdo de fibra em sua composição (79,39% FDN) (Ferreira et al., 2015).

1.4.Efeito da substituição do milho pela palma em dietas para ruminantes

Trabalhos envolvendo a substituição do milho pela palma forrageira se tornam relevantes, tendo em vista que a palma é um alimento que apresenta considerável quantidade de carboidratos, sendo boa parte deles altamente solúveis, encontrados no conteúdo celular, indicando energia facilmente disponível para ser utilizada nos processos fermentativos pelos microrganismos no interior do rúmen.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura verificando o efeito da substituição do milho pela palma na alimentação de ruminantes (Moraes et al., 2019; Costa et al., 2013; Costa et al., 2012; Pinto et al., 2011). Neste sentido, também são verificados trabalhos em que não são observados efeitos provenientes da substituição (Costa et al., 2009)

Fato é que o resultado de trabalhos envolvendo a substituição do milho pela palma forrageira pode sofrer variação em função de uma série de fatores, devendo-se sempre ser feitos os seguintes questionamentos quando este assunto for abordado: em que dieta a palma foi utilizada? Para qual espécie e categoria animal foi testada a dieta? Para animais de qual nível de produção a palma foi ofertada? Qual o formato da substituição (MS ou MN), % do ingrediente ou % da dieta ou % da energia? Quais níveis de substituição foram utilizados? As dietas formuladas foram ou não iso-proteicas e iso-energéticas? Enfim, estas questões devem ser pontuadas e levadas em consideração para explicar o efeito final nos resultados.

Alguns trabalhos relatam o efeito da utilização da palma como substituta ao milho sobre os parâmetros de consumo e digestibilidade dos nutrientes em dietas oferecidas para ruminantes.

Costa et al. (2009) avaliando a substituição em níveis crescentes do farelo de milho pela palma forrageira, em dietas oferecidas para cabras leiteiras, verificaram

aumento linear no consumo de matéria seca e redução linear no teor de gordura do leite ($P < 0,05$), não observando diferença para a produção dos animais ($P > 0,05$).

Em estudo buscando avaliar a substituição do milho moído pela palma forrageira nos níveis de (0, 25, 50, 75 e 100% na MS), em dietas oferecidas para cordeiros Santa Inês não castrados, foi verificado efeito quadrático para o consumo de matéria seca (MS) (1,49 Kg /dia no nível de substituição de 54%) e demais nutrientes, excetuando-se para o material mineral (MM) e fibra insolúvel em detergente neutro que obtiveram aumento linear (Costa et al., 2012). Ainda no estudo em questão, foi verificado aumento linear na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro, resultado este, oposto ao ganho de peso diário dos animais, que diminuiu linearmente com o acréscimo da palma nas dietas.

Neste sentido também são encontrados trabalhos que verificam influência da substituição do milho pela palma em parâmetros comportamentais e produtivos de ruminantes.

Costa et al. (2013) estudando o efeito da substituição do farelo de milho pela palma forrageira sobre o comportamento alimentar e desempenho de ovinos Santa Inês, substituíram o milho pela palma nas respectivas quantidades (0, 7, 14, 21 e 28 % na MS) nas dietas ofertadas. No trabalho os autores verificaram resultados promissores com a substituição apenas para a eficiência de alimentação da MS (g MS/h), que obteve um aumento linear em virtude do acréscimo da palma nas dietas. Para os parâmetros como eficiência de ruminação da MS (g MS / h), eficiência de alimentação da FDN (g FND/h), e eficiência de ruminação da FDN (g FND/h), não foi observada diferença ($P > 0,05$), diferentemente do desempenho de produção, que apresentou decréscimo linear no ganho de peso diário dos animais ($P < 0,05$).

Pinto et al. (2011) visando avaliar o desempenho e qualidade de carcaça cordeiros da raça Santa Inês confinados, testaram dietas com diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela palma forrageira (0, 25, 50, 70 e 100% na MS). No trabalho os autores chegaram à conclusão que a palma forrageira pode substituir até 75% do milho em dietas para cordeiros da raça santa Inês confinados, sem comprometer a produção, as características da carcaça, como o rendimento final, e a produção de componentes não constituintes da carcaça.

Costa et al. (2012) estudaram a influência exercida pela substituição total do milho triturado pela palma forrageira, na qualidade da carne de ovinos Santa Inês criados em sistema de confinamento, verificando que a palma pode substituir o milho

até 100% na dieta quando se objetiva reduzir a quantidade de lipídios na carcaça sem que as características físicas e sensoriais da carcaça sejam afetadas.

Em trabalho avaliando o efeito da substituição do fubá de milho por palma forrageira na análise química e no perfil de ácidos graxos do leite de cabras Apinas, foi inserido na dieta níveis crescentes de palma forrageira em detrimento ao fubá de milho (Costa et al., 2010). No trabalho foi verificado que a substituição do fubá de milho pela palma forrageira reduziu o extrato etéreo da dieta, o que levou à depressão na concentração de gordura, sólidos totais, ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos desejáveis no leite.

Moraes et al. (2019) com o objetivo investigar o efeito da substituição da silagem de milho pela palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw.) em dietas oferecidas vacas leiteiras em lactação, testaram quatro níveis de substituição (0; 18,5; 37,0 e 55,5% na MS), verificando um aumento linear na produção de leite corrigido para 3,5% de gordura e no teor de gordura do leite.

Em estudo realizado com o objetivo de avaliar a substituição parcial do farelo de milho pela palma forrageira miúda até o nível de 72%, em dietas de cabras em lactação, Golveia et al. (2016) chegaram à conclusão que a substituição parcial do milho pela palma forrageira miúda na dietas pode ser realizada, pois não altera o consumo; a produção de leite e sua composição; e o comportamento ingestivo dos animais, recomendando no entanto, que a substituição seja feita até 54%, por este nível apresentar menor comprometimento da receita do produtor com a alimentação.

Segundo Costa et al. (2013), a substituição total ou parcial ao milho pela palma forrageira, proporciona aumento no consumo de matéria seca pelo fato de melhorar a capacidade de digestão de nutrientes e diminuir o consumo de água por ruminantes, aspecto de grande relevância uma vez que em regiões com estiagem prolongada ocorre restrição de água para os rebanhos.

Ao analisar os dados disponíveis na literatura é possível perceber que até o momento se têm pouca informação sobre a utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras, sendo grande parte dos trabalhos, direcionados ao estudo de animais da espécie caprina ou ovina.

Assim, o desenvolvimento de estudos dentro desta linha de pesquisa, envolvendo a utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras se torna relevante. Especialmente, levando-se em consideração a sua adaptabilidade climática

em zonas semiáridas e o seu potencial nutricional energético para a alimentação de ruminantes.

1.5.Referências bibliográficas

AGUIAR, A.C.R.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; ALMEIDA FILHO, .H.C; RUAS, J.R.M.; SOUZA, V.M.; COSTA, M.D.; PIRES, D.A.A. Composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.3, p. 591-605. 2015.

BARDE, R.E.; AYA, V.E.; ARI, M.M.; MUSA, M.; YAKUBU, A. Performance of West African Dwarf (WAD) Goats Fed Urea Treated Maize Offal as Supplement to Natural Herbage. **Nigerian Veterinary Journal**, v.31, n.3, p.219-223, 2010.

BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVÊDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAGÃO, A.S.L.; VOLYOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; ARAÚJO, G.G.L.; BRANDÃO, W.N. Nutrition value of plant components and Agave sisalana by-products for ruminant nutrition. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1493-1501, 2011.

COSTA, R.G.; BELTRAO FILHO, E.M.; MEDEIROS, O.N.; GIVISIEZ, P.E.N.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MELO, A.A.S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1, p.62-65, 2009.

COSTA, R.G.; FILHO, E.M.V.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGAC, M.S.; EDEIROS, A.N.; OLIVEIRA, C.J.B. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in substitution to corn meal. **Small Ruminant Research**, v.94, n.2, p.214-217, 2010.

COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIROS, G.R.; MEDEIROS, A.N.; GONZAGA NETO, S.; AZEVEDO, P.S.; PINTO, T.F. Feeding behavior and performance of sheep

fed cactus pear in substitution of corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.11, p.785-791, 2013.

COSTA, R.G.; TREVINO, L.H.; MEDEIROS, G.R.; MEDEIROS, A.N.; PINTO, T.F.; OLIVEIRA, L.R. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) on the performance of Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, n.1, p.13-17, 2012.

DIAS JR, G.S. **Processamento de silagem de milho e suplementação de vacas leiteiras com enzimas fibrolíticas**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2016. 179p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Lavras, 2016.

EPAMIG. Informe Agropecuário. Cultivo e utilização da palma forrageira, Belo Horizonte, v.38, n.296, p. 76-88, 2017.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES. Faofast. Disponível em: <http://www.fao.org/faofast/en/#home>. Acesso em 13 de março de 2021.

FERREIRA, F.N.A.; FERREIRA, W.M.; MOTA, K.C.N.; NETA, C.S.S.; LARA, L.B.; SANTOS, E.A. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. **Revista Caatinga**, v.28, n.4, p.217-226, 2015.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; OLIVEIRA, M.E.; PARENTE, H.N.; SANTANA, A.G.; MOREIRA FILHO, M.A.; CÂMARA, C.S. Nutritive value of leaflets pindoba babassu hay subjected to alkaline treatments. **Ciência Rural**, v.44, n.3, p.524-530, 2014.

GOLVEIA, J.S.S.; OLIVEIRA, V.S.; SANTOS, G.R.A.; MELO, K.D.A.; OLIVEIRA, A.G.; MELO, M.V.A. Substituição parcial do milho pela palma forrageira em dietas para cabras em lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 969-976, 2016.

KONONOFF, P.J. Understanding Effective Fiber in Rations Dairy Cattle. **Neb Guide**, 2005. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

MORAES, G.S.O.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; TABOSA, J.N.; CHAGAS, J.C.C.; ALMEIDA, M.P. Cactus [*Opuntia Stricta* (Haw.) Haw] cladodes and corn silage: how do we maximize the performance of lactating dairy cows reared in semiarid regions? **Livestock Science**, v.221, n.1, p.133-138, 2019.

OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; LIMA, L.E.; SILVA, F.M. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1419-1425, 2007.

PÁDUA, F.T.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; CABRAL NETO, O.; DEMINICIS, B.B. Efeito da dose de ureia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de Zootecnia**, v.229, n.60, p.57-62, 2011.

PINTO A.C.J.; MILLEN, D.D (2016). Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos em uso. In: X SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE. **Anais ...** Viçosa.: DZO-UFV, p. 103-120.

PINTO, T.F.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N.; MEDEIROS, G.R.; AZEVEDO, P.S.; OLIVEIRA, R.L.; TREVIÑO, I.H. Use of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) replacing corn on carcass characteristics and non-carcass components in Santa Inês lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1333-1338, 2011.

PIRES, A.J.V. **Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 65p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Chemical treatment of roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.192-203, 2010.

REIS JUNIOR, L.C.V.; ALMEIRA, J.C.C.; ARAÚJO, R.P.; LISTA, F.N.; RIBEIRO, E.T.; MENDONÇA, D.C.; ABREU, J.B.R.; ARAÚJO, S.A.C.; RIBEIRO, T.P. Qualidade do feno de capim Coast-Cross sob níveis de ureia e períodos de amonização. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v.31, n.1, p.76-87, 2011.

ROTH, M.T.P.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; PIRES, A.J.V.; BERTIPAGLIA, L.M.A. Chemical treatment of post-harvest Marandu grass seed residues with different moisture contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.479-486, 2010.

SOSA, M.Y. **Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação**. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

SWENSON, M.J. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 11^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, S.A., 1996. 856p.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University.

ZEBELI, Q. Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in highproduction dairy cattles. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.3, p.1041-1056, 2012.

II – OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Avaliar os efeitos nutricionais e econômicos da utilização da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* L.) em substituição do milho (*Zea Mays* L.) em dietas para vacas lactantes.

2.2 Objetivos específicos:

- ✓ Avaliar a composição, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes;
- ✓ Observar o comportamento ingestivo animal;
- ✓ Avaliar o consumo de água;
- ✓ Verificar o balanço e metabolismo de nitrogênio;
- ✓ Observar a produção de proteína microbiana;
- ✓ Verificar a produção e composição do leite;
- ✓ Realizar a análise econômico-financeira das dietas experimentais.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Comitê de Ética

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; protocolo nº 220/2022), aprovado no dia 10 de outubro de 2022.

3.2 Localização

A pesquisa de campo foi conduzida na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Encruzilhada - BA, na região Sudoeste da Bahia, caracterizado pelo clima tropical úmido (IBGE, 2022). O estudo durou 88 dias, sendo dividido em quatro períodos experimentais com 17 dias de adaptação as dietas e cinco dias de coleta de amostras.

As análises nutricionais dos alimentos, sobras, fezes foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Pastagem, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Itapetinga. As análises químicas de sangue e urina foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Animal, *campus* de Itapetinga. As análises físico-química do leite foram realizadas no Laboratório Clínica do Leite - Departamento de Zootecnia/ESALQ/USP, em Piracicaba-SP.

3.3 Descrição do experimento

O delineamento experimental utilizado neste estudo foi o quadrado latino (4 x 4), composto de oito vacas multíparas de 2^a e 3^a cria, mestiças Girolando ½ sangue Holandês/Zebu com 60 a 80 dias de lactação e média de peso de 450,0 ± 30,0 Kg, previamente submetidas ao controle de ecto e endoparasitas e às vacinações. Durante o experimento, os animais foram mantidos em baias individuais de 12,0 m², parcialmente cobertas, com piso de concreto, dotadas de cochos e bebedouros, nas quais foram avaliadas quatro dietas experimentais, testando a substituição do milho pela palma forrageira.

O nível da suplementação concentrada da dieta foi definido pelo balanceamento de modo a conter nutrientes suficientes para a manutenção e produção de leite dos animais, utilizando como base os dados da composição químico-bromatológica dos volumosos e dos constituintes da fração concentrada, que foi realizada antes de se iniciar o experimento. A relação cálcio: fósforo da dieta foi ajustada mantendo-se a proporção próxima à relação de 2:1.

As dietas oferecidas aos animais foram formuladas conforme o National Research Council (NRC, 2001), para vacas com produção média de 20 Kg de leite por dia, apresentando a relação volumoso: concentrado na matéria seca total de 40:60, respectivamente.

O bagaço de cana de açúcar amonizado com ureia foi utilizado como fonte de volumoso. Durante o processo de amonização o bagaço foi acondicionado em silo tipo tricheira vedado com lona plástica, na parte inferior e superior. O bagaço foi triturado, compactado, sendo adicionado de maneira homogênea em todo o perfil do silo 5% de uréia (nitrogênio) e 0,5% de feijão fradinho moído (urease) com base na MS, previamente diluídos em água. Após o processo o silo foi fechado e após 30 dias foi aberto para utilização do material tratado.

O concentrado foi constituído de farelo de soja e mistura mineral, tendo como fontes de variações o milho e a palma forrageira. A palma foi fornecida de maneira *in natura*, sendo previamente processada em trituradeira, obtendo tamanho aproximados de partículas de 4x3x2 cm. A palma era triturada minutos antes do fornecimento das dietas para evitar a fermentação do material e manter suas propriedades original.

O fornecimento das dietas foi realizada duas vezes ao dia nos períodos de 07h 00min da manhã e 14h 00min da tarde, de modo a permitir 10% de sobras.

As quatro dietas experimentais (DE) formadas constituíram na substituição do milho (M) pela palma forrageira (PF) em níveis crescentes nas dietas. Sendo estes: DE₁ (99,9% de M e 0% de PF); DE₂ (66,6% de M e 33,3% de PF); DE₃ (33,3% M e 66,6% PF) e DE₄ (0% de M e 99,9% PF) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual das dietas com base na matéria seca.

Ingrediente da dieta (% da MS)	Níveis de substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
Bagaço amonizado	40,0	40,0	40,0	40,0
Palma forrageira	0,0	14,8	29,6	44,4
Milho moído	44,4	29,6	14,8	0,0
Farelo de soja	14,0	14,0	14,0	14,0
Mistura mineral	1,6	1,6	1,6	1,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

¹Bovigold® - Níveis mínimos dos ingredientes contidos no produto em g/Kg (Cálcio: 190, Fósforo: 60, Enxofre: 20, Magnésio: 20, Potássio: 35, Sódio: 70); em mg/Kg (Cobalto: 15, Cobre: 700, Cromo: 10, Ferro: 700, Iodo: 40, Manganês: 1.600, Selênio: 19, Zinco: 2.500); e em Unidade internacional (UI)/Kg (Vitamina A: 400.000, Vitamina D3: 100.000, Vitamina E: 2.400); assim como níveis máximos de Cálcio: 220 g/Kg e Flúor 600 mg/Kg.

Ao final dos dias de coleta de dados de cada período experimental foi mensurado o peso e escore de cada vaca, sendo a avaliação do escore realizada de maneira visual por um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de cinco pontos (1 = magra e 5 = gorda) em incrementos de 0,25 unidades (Edmonson et al., 1989).

3.4 Consumo e digestibilidade dos nutrientes

O consumo médio diário de MS, bem como o consumo dos componentes nutricionais foi obtido pela diferença entre a quantidade de alimento fornecido e as sobras restantes no cocho, mensurada no período de 24 horas, com balança digital com precisão de 5g.

A avaliação da digestibilidade se deu por meio de fezes coletadas individualmente dos animais logo após defecarem, com acuidade para não ocorrer contaminação por elementos estranhos.

Amostras dos ingredientes fornecidos em cada dieta experimental bem como das sobras para o estudo do consumo, e das fezes para o estudo da digestibilidade, foram realizadas do 18º ao 22º de cada período experimental, visando formar uma amostra composta e conseqüentemente representativa das dietas experimentais. Para a amostra das sobras buscou-se a maior homogenidade possível, através da mistura e coleta em diferentes pontos do cocho. Todas as amostras de sobras, foram padronizadas para terem o mesmo peso (500 gramas).

As amostras de aproximadamente 300 gramas fezes de cada animal foram coletadas em horários distintos, sendo às 8:00 horas (1º dia), 10:00 horas (2º dia), 12:00 horas (3º dia), 14:00 horas (4º dia) e 16:00 horas (5º dia), buscando minimizar o efeito do período do dia.

Após a coleta das amostras, estas foram armazenadas em sacos plásticos identificados e congeladas a -20 °C até o momento do processamento e análises bromatológicas no Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* Itapetinga.

Ao chegarem no laboratório as amostras coletadas provenientes das diferentes dietas experimentais, foram separadamente: descongeladas; homogeneizadas e pré-secas em estufa sob ventilação forçada a 60°C; moídas em peneiras de 1 e 2 mm, para a realização das análises bromatológicas e para a estimativa da fibra insolúvel em detergente neutro – FDNi, respectivamente. Posteriormente as amostras foram armazenadas em potes plásticos descartáveis e identificadas até a realização das análises bromatológicas (matéria seca – MS e demais nutrientes).

O FDNi foi utilizado como indicador interno para auxiliar na determinação da digestibilidade, sendo estimada de acordo com metodologia descrita por Conrad et al. (1984). A incubação ruminal de amostras de alimentos fornecidos, sobras e fezes foram realizadas em duplicatas (20 mg de matéria seca/cm²) em sacos de tecido-não-tecido (TNT) por 288 horas como proposto por Valente et al. (2011). Após esse período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro para quantificação dos teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) de acordo com Detmann et al., 2012.

A produção de matéria seca fecal (PMSF) foi determinada pela razão entre a quantidade do indicador ingerido pelo animal animal e sua concentração nas fezes (Lopes, 2007):

$$\text{PMSF (g)} = \frac{\text{Indicador ingerido (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/g)}}$$

A digestibilidade aparente da matéria seca (DMS %) de cada dieta experimental foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{DMS (\%)} = \frac{\text{Matéria seca ingerida (Kg)} - \text{Matéria seca fecal (Kg)}}{\text{Matéria seca ingerida (Kg)}} \times 100$$

A digestibilidade aparente dos nutrientes (DNUT %) de cada dieta experimental foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{DNUT (\%)} = \frac{\text{Nutriente consumido (Kg)} - \text{Nutriente nas fezes (Kg)}}{\text{Nutriente consumido (Kg)}} \times 100$$

3.5 Análise bromatológica

As amostras de alimentos (fornecido e sobras) e das fezes moídas a 1mm foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (método INCT-CA G-003/1); matéria mineral (método INCT-CA M57 001/1); proteína bruta (método INCT-CA N-001/1); nitrogênio não proteico (INCT-CA02/1); extrato etéreo (método INCT-CA G-004/1); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (métodos INCT-CA F-002/1, INCT-CA M-002/1 e INCT-CA N-004/1); fibra em detergente ácido (método INCT-CA F-004/1), lignina (método INCTCA F-005/1), nitrogênio insolúvel em detergente neuro – NIDN e detergente insolúvel em detergente ácido – NIDA, segundo técnicas descritas por Detmann et al. (2012).

A partir dos resultados das análises foram calculados os carboidratos totais das amostras (Sniffen et al., 1992), através da seguinte fórmula:

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

Em que, CT = carboidratos totais, PB = teor de proteína bruta, EE = teor de extrato etéreo, MM = material mineral.

Os carboidratos não fibrosos das amostras que não continham ureia (concentrado, palma e fezes), utilizando a fórmula proposta por Weiss (1999):

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

Os carboidratos não fibrosos das amostras que continham ureia (bagaço de cana amonizado), utilizando a fórmula proposta por Hall et al. (2000):

$$\text{CNFcp (\%)} = 100 - [(\text{PB (\%)} - (\text{PB ureia (\%)} + \text{ureia (\%)})) + \text{FDNcp (\%)} + \text{EE (\%)} + \text{MM (\%)}]$$

Em que, CNFcp= carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; EE= teor de extrato etéreo, FDNcp = teor de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; MM= teor de material mineral.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos foram estimados de acordo com o NRC (2001) pela seguinte fórmula:

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

Em que: NDT = nutrientes digestíveis totais, PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDNcpD = fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

A composição química dos ingredientes das dietas e das dietas do experimento encontra-se descrita na Tabela 2 e na Tabela 3, respectivamente.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos alimentos.

Variável	Milho moído	Farelo de soja	Palma forrageira	Bagaço amonizado (5%)
Matéria seca (%)	88,1	88,5	10,8	28,9

PB ¹	8,7	52,5	8,7	7,8
NIDN ²	28,1	5,3	15,1	21,5
NIDA ²	12,8	3,5	11,4	20,4
FDNcp ¹	11,0	10,1	17,7	71,2
FDA ¹	4,7	5,9	14,5	61,9
Hemicelulose ¹	9,6	7,6	4,0	14,6
Celulose ¹	3,2	4,7	11,4	44,9
Lignina ¹	1,5	1,2	2,1	17,0
FDNi ¹	2,1	3,9	10,7	41,3
CNFcp ¹	72,5	33,9	55,4	14,1
MM ¹	1,3	7,1	16,9	3,0
Extrato etéreo ¹	5,3	2,8	1,2	2,5
NDT ^{1,3}	88,1	85,3	66,7	51,6

¹Valores em percentagem da matéria seca; PB – proteína bruta; ²Percentagem do nitrogênio total; NIDN – Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp – Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA – Fibra insolúvel em detergente ácido; FDNi – Fibra indigestível em detergente neutro CNFcp- Carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína; MM – matéria mineral, NDT – Nutrientes digestíveis totais. ³Estimado pelo NRC (2001).

Tabela 3. Composição químico-bromatológica das dietas com base na matéria seca.

Ingrediente	Níveis de substituição do milho pela palma forrageira			
	0%	33,3%	66,6%	99,9%
Matéria seca (%)	49,4	29,0	20,9	16,5
Proteína bruta ¹	14,5	14,5	14,5	14,5
NNP	23,1	23,8	24,6	25,4
FDNcp ¹	32,4	33,8	34,9	36,3
FDA ¹	30,0	33,0	33,6	34,7
Hemicelulose ¹	4,4	2,8	2,6	2,9
Celulose ¹	22,8	25,8	26,5	27,3
Lignina ¹	7,2	7,2	7,1	7,4
FDNi	20,6	22,8	25,0	27,2
CNFcp ¹	43,4	41,2	37,9	35,4
Extrato etéreo ¹	4,7	3,4	3,0	2,3
Matéria mineral ¹	4,3	7,1	9,8	12,3
NDT ^{1,2}	69,6	66,4	63,2	60,0

¹Valores em percentagem da matéria seca. NNP – nitrogênio não proteico, FDNcp – Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDA – Fibra insolúvel em detergente ácido; FDNi – Fibra indigestível em detergente ácido; CT- carboidratos totais; CNFcp- Carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína; MO – matéria orgânica, MM – matéria mineral, NDT – Nutrientes digestíveis totais. ²Estimado pelo NRC (2001).

3.6 Comportamento Ingestivo

Os animais foram submetidos a períodos de observação visual para avaliação do comportamento ingestivo e consumo, durante 24 horas. A coleta de dados foi baseada na observação do tempo gasto nas atividades de alimentação, ruminação e ócio no 20º

dia de cada período experimental, com o uso de cronômetros digitais, manuseados por observadores treinados. As observações das atividades foram registradas a cada cinco minutos de intervalo, conforme recomendado por Gary et al. (1970). No mesmo dia, foi feita a determinação do número de mastigações merísticas e do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal com a utilização de cronômetro digital. Para essa avaliação, foram feitas observações em todos os animais do experimento, de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (manhã, tarde e noite).

Durante o período noturno, foi utilizada iluminação artificial para realizar as observações necessárias, sendo feita a adaptação dos animais três dias antes. Os resultados referentes aos parâmetros do comportamento ingestivo foram obtidos pelas seguintes fórmulas adaptadas por Bürger et al. (2000):

[**TMT** = TAL+TRU]; [**NBR** = TRU/TMMB]; [**NMMD** = NBR*NMMB];

[**TMMD** =NBR*TMMB]; [**EAL** (MS) = CMS/TAL]; [**ERU** (MS) = CMS/TRU];

[**EAL** (FDNcp) =MS/TAL]; [**ERU** (FDNcp) = CMS/TRU].

Em que: TMT tempo de mastigação total (horas/dia); TAL foi o tempo de alimentação (horas/dia); TRU tempo de ruminação (horas/dia); NBR número de bolos ruminados (nº/dia); TMMB tempo de mastigação merísticas por bolo (nº/bolo); NMMD número de mastigação merísticas diária (nº/dia); NMMB número de mastigação merísticas por bolo (nº/bolo); TMMD tempo de mastigação merísticas diária (horas/dia); EAL eficiência de alimentação (Kg MS ou FDNcp/hora); CMS foi o consumo de matéria seca (Kg MS/dia); ERU eficiência de ruminação (Kg MS ou FDNcp/hora).

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

3.7 Consumo de água

Durante a avaliação do comportamento ingestivo, foi quantificado o consumo médio de água de cada animal (CAB), que foi obtido pela diferença entre a água oferecida e a sobra no bebedouro. A evaporação foi medida utilizando-se baldes que apresentavam capacidade de 10 litros, distribuídos dentro da área experimental. Pela

diferença entre volume de água no período de 24 horas foi quantificada a evaporação. Isto foi feito com o intuito tirar este efeito sobre o consumo de água. Para o cálculo do consumo de água coloidal (IAC), consumo de água total (IAT) e eficiência de consumo da água (EFIA), foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{IAC} = (\text{CMS Kg} \times \text{água da dieta}) / (100 - \text{água da dieta})$$

$$\text{IAT} = \text{IAB} + \text{IAC}$$

$$\text{EFIA} = \text{IAT} / \text{CMS Kg}$$

3.8 Desempenho produtivo

Para a quantificar a produção de leite total por vaca, o leite foi pesado em balança digital com precisão de 5 g do 18º ao 22º dia de cada período experimental. A ordenha foi realizada pelo mesmo ordenhador duas vezes por dia, sendo a primeira ordenha iniciada às 6:00 horas e segunda às 14:00 horas. Sempre antes das ordenhas foram realizados nos animais: o teste da caneca de fundo preto; a limpeza nos tetos e a utilização de solução pré-dipping, visando manter a qualidade do leite. Depois das ordenhas foi utilizada solução pós-dipping para evitar a mastite e outros problemas relacionados com a falta de higiene de ordenha.

Para efeito de padronização da produção, em todas as dietas experimentais testadas, o leite foi corrigido para 4% de gordura (LCG 4%) conforme o NRC (2001), empregando-se a seguinte equação:

$$\text{LCG 4\%} = (0,4 \times \text{Kg leite}) + (15 \times \text{Kg de gordura do leite}).$$

3.8 Análises físico-químicas do leite

Na última ordenha do 21º dia e na primeira ordenha do 22º dia de cada período experimental foram coletadas amostras de 250 mL de leite dos animais para serem realizadas análises laboratoriais. As amostras obtidas foram homogeneizadas e, em seguida, conduzidas ao Laboratório Clínica do Leite - Departamento de Zootecnia/ESALQ/USP, em Piracicaba-SP, para realização das análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, caseína e N-ureico. Posteriormente, uma amostra composta de leite de 50 mL, proporcional às produções da manhã e da tarde, conforme recomendação de Broderick & Clayton (1997), foram

congeladas para serem desproteinizadas com ácido tricloroacético (TCA) a 25% na proporção de 10 mL leite: 5 de TCA para determinação da alantoína.

3.9 Análises de urina e sanguíneas

No 22° dia foram realizadas coletas de urina, na forma de amostra spot, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze, e uma alíquota de 10 mL separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio, creatinina, alantoína e ácido úrico.

A coleta de sangue foi realizada na veia jugular, no 21° dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos Vacutainer de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos e o plasma acondicionado em ependorfs e armazenado em freezer (-20 °C) até a realização das análises.

As concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia na urina, e ureia no plasma foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio uréico foram realizadas pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal descrito por Silva & Queiroz (2002). As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Animal da UESB, *campus* Itapetinga.

3.9.1 Balanço de nitrogênio

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado como: $N\text{-retido} = N\text{ ingerido (g)} - N\text{ nas fezes (g)} - N\text{ na urina (g)} - N\text{ no leite}$. A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e o nitrogênio do leite pelo analisador ChemSpec 150, pelo método enzimático e espectrofotométrico, no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina spot foi de 24,05 (mg/Kg PC), de acordo com o proposto por Chizzotti (2004).

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina (mg/Kg PC) relatada anteriormente e concentração média de creatinina (mg/dL) na urina spot, multiplicando-se pelo respectivo PC do animal.

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína no leite. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol dia⁻¹) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol dia⁻¹), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990).

3.9.2 Produção de proteína microbiana

Para estimativa da produção de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas (mmol dia⁻¹) como indicador microbiano, cuja quantificação foi realizada de acordo com técnica de Verbic et al. (1990).

$$\text{NM (g/dia)} = (70 \times \text{PA}) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$$

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação N-purina:N-total nas bactérias. A eficiência de síntese microbiana foi calculada da seguinte forma:

$$\text{ESPBmic} = [(0,629 \times \text{PA}) \times 6,25] / \text{CNDT}.$$

Em que: PA = purinas absorvidas (mmol dia⁻¹); CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; 0,629 representa a purina absorvida sem considerar a contribuição da fração endógena

4.0 Análise econômica

Para compor os custos das dietas experimentais, foram tomados como referência os preços praticados para o farelo de milho (R\$ 1,66/kg), farelo de soja (R\$ 3,40/kg) e mineral (R\$ 5,00/kg) no mercado de varejo no estado da Bahia para o mês de outubro

de 2023. O custo da palma forrageira e do bagaço de cana de açúcar amonizado foram estimados pela metodologia de orçamento agropecuária para o estado da Bahia –BNB, 1995. Foi considerado o valor médio pago pelo litro de leite no mesmo período (R\$ 2,10) no estado da Bahia (Conab, 2023).

Para realizar a análise de custo proveniente exclusivamente das dietas, os custos de produção da palma, do bagaço amonizado e o valor do concentrado, foram multiplicados pelos respectivos consumos dos animais no dia.

Através do custo encontrado foi calculado a receita menos o custo total com a alimentação (RMCTA) para avaliar o efeito das dietas experimentais. Para isto, levou-se em consideração a renda bruta da venda do leite (RBVL) e o custo total com a alimentação (CTA), que considerou as despesas realizadas com os elementos que variaram na dieta oferecida a cada animal e que foi obtido por meio da soma do custo total do concentrado (calculado com o preço dos ingredientes das dietas experimentais) e do custo total do volumoso (estimado com base no custo de produção da forragem).

Foi utilizada a metodologia para análise de custo proposta por Matsunaga et al. (1976) para fazer uma avaliação mais detalhada dos custos da atividade levando-se em consideração as dietas oferecidas. Esta análise levou em consideração os custos provenientes de um sistema de produção de leite, como: custo operacional efetivo - COE (despesas variáveis + despesas fixas); custo operacional total – COT (COE + depreciação + mão de obra familiar); custo total (COE + COT + juros sobre o capital investido).

Para a análise supracitada foi simulada a situação de uma propriedade iniciando com a aquisição de cinquenta vacas em lactação, o que justificasse a compra de um trator e a contratação de dois funcionários permanentes e com pagamentos do salário mensal na propriedade, sem a necessidade de mão de obra familiar.

As cinquenta vacas em lactação na propriedade justificaria a depreciação do trator, de uma forrageira elétrica e a construção das baias para o confinamento dos animais. A simulação apenas para oito vacas não viabilizaria a atividade. Nos cálculos da depreciação foi considerado uma vida útil de: 10 anos para animais, 10 anos para trator e para forrageira elétrica e 50 anos para as baias de confinamento.

Para efeito de estudo da análise econômica, foram utilizados dois indicadores: o VPL (valor presente líquido) e a TIR (taxa interna de retorno). Para cálculo do VPL, fez-se uma simulação de um ano para estudo de características econômicas, usando as taxas de 6%, 10% e 12% ao ano, extrapolando a renda anual obtida no período de

estudo para dez anos. O VPL e a TIR foram usados para comparar se o investimento proveniente da inserção da palma nas dietas valeria a pena em termos econômicos, ou seja, se seria economicamente viável.

4.1 Análise estatística

Os dados obtidos referentes ao consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, consumo de água, produção e composição do leite, balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana, foram submetidos à análise de variância e regressão para avaliar os efeitos dos níveis de substituição do milho pela palma forrageira, considerando como efeito significativo $P < 0,05$, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, Versão 9.1).

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P > 0,05$) da substituição do milho para palma forrageira nos consumos de MS ($P = 0,08$), FDN_{cp} ($P = 0,08$), CNF ($P = 0,10$), PB ($P = 0,06$) e NDT ($P = 0,08$) em $\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ (Tabela 4). O valor médio do consumo de MS foi de $17,59 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ e situou-se acima do valor estimado pelo NRC (2001) de $13,72 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$. Este mais alto padrão de consumo quando comparado ao NRC já vem sendo evidenciado em algumas pesquisas brasileiras (Jesus et al., 2020; Wanderley et al., 2002). A raça, condição de clima e/ou alimentação podem ter contribuído isoladamente ou em conjunto para o elevado valores de consumo, isto, pois os dados do NRC consideram basicamente animais da raça holandesa criadas em condições de clima e manejo diferentes e neste estudo foram utilizados animais da raça ½ sangue girolando. Em estudo buscando avaliar a substituição do milho moído pela palma forrageira nos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% da matéria seca em dietas para cordeiros Santa Inês não castrados, foi verificado efeito quadrático no consumo de matéria seca – MS pelos animais, com consumo máximo de $1,49 \text{ Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ no nível de substituição de 54,0% (Costa et al., 2011).

Houve efeito quadrático no consumo de MS em função do peso corporal (% PC) ($P = 0,02$) e unidade de tamanho metabólico ($\text{g/Kg PC}^{0,75}$) ($P = 0,02$) bem como para o consumo da FDN_{cp} em função do % PC ($P = 0,02$), com máximas respostas, respectivamente 3,97 %PC; $186,8 \text{ g/Kg PC}^{0,75}$ e 1,30 %PC, nos níveis de substituição

do milho pela palma, respectivamente de 54,83; 53,17 e 74,70%. Verificou-se efeito linear decrescente para o consumo de EE Kg.dia⁻¹ (P=0,003), sendo que para cada unidade percentual de palma forrageira adicionada na dieta houve uma redução de 0,0039 Kg no consumo deste nutriente.

Tabela 4. Consumo da matéria seca (CMS) e demais componentes nutricionais por vacas lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
CMS (Kg.dia ⁻¹)	15,68	18,84	18,85	17,00	ns	ns	Y=17,59
CMS (%PC)	3,39	3,95	3,88	3,61	ns	**	1
CMS (g/Kg PC ^{0,75})	153,2	184,6	182,0	163,6	ns	**	2
CFDNcp (Kg.dia ⁻¹)	4,99	5,67	6,35	5,84	ns	ns	Y=5,71
CFDN (%PC)	1,07	1,19	1,29	1,25	ns	*	3
CEE (Kg.dia ⁻¹)	0,78	0,63	0,53	0,38	**	ns	4
CCNFcp (Kg.dia ⁻¹)	7,60	7,99	7,57	6,56	ns	ns	Y=7,43
CPB (Kg.dia ⁻¹)	2,48	2,83	2,84	2,35	ns	ns	Y=2,63
CNDT (Kg.dia ⁻¹)	11,4	12,8	12,2	10,7	ns	ns	Y=11,76

CMS – Consumo de matéria seca; CPB – consumo de proteína bruta; CEE – consumo de extrato etéreo; CFDNcp – consumo de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; CCNFcp – consumo de carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína; CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais. * Significativo à 1% de probabilidade. ** Significativo à 5% de probabilidade. ns não significativo.

1: $Y = 3,41016 + 0,02052X - 0,000187129X^2$, $R^2 = 76,9$

2: $Y = 153,087 + 1,266333X - 0,0119063X^2$, $R^2 = 70,0$

3: $Y = 1,06183 + 0,00627554X - 0,0000420056X^2$, $R^2 = 78,5$

4: $Y = 0,777 - 0,0038127X$, $R^2 = 70,3$

O consumo de MS em %PC pode ser influenciado pelo peso do animal e pela quantidade de MS ingerida. No presente estudo como o peso dos animais durante o experimento apresentou pouca variação entre as dietas experimentais $475,0 \pm 9,8$ Kg, este pode não ter sido o fator determinante para a variação nos valores de consumo de MS em %PC, porém sim a quantidade de matéria seca consumida $17,59 \pm 1,54$ Kg, que teve uma variação percentual mais expressiva.

O máximo consumo de FDNcp de 1,30 %PC verificado no nível de substituição de 74,70% do milho pela palma, ficou acima do valor de 1,2 %PC, valor que Mertens (1997) considera como limite máximo de consumo da fibra para que não haja limitação no consumo de MS. Neste mesmo nível de substituição houve um consumo de matéria seca de 3,9% do PC, valor também acima do consumo esperado de 2,9 %PC para os animais deste estudo (NRC, 2001). Isto, demonstra que mesmo com o alto nível de consumo de fibra não houve limitação no consumo da MS. Isto se aplica para todos as dietas, tendo em vista que independente do nível de substituição do milho pela palma o

consumo de MS foi superior a 2,9% do PC, porém, sendo mais expressivo nas dietas experimentais em que a palma esteve presente.

Os altos valores de consumo de FDNcp em PC (%) e a não limitação no consumo diário de MS em %PC, poderia estar relacionado com a qualidade de fibra apresentada pela palma forrageira. A elevada quantidade de pectina (16,5% da MS) compondo a porção de carboidratos fibrosos da palma (Antoniassi et al., 2020) faz com que este seja um alimento de fibra altamente digestível quando comparada a gramíneas tropicais. A alta presença de pectina em genótipos de palma forrageira foi relatada por Morales-Martínez et al. (2018). Esta característica inerente a palma pode ter permitido o alto consumo de MS pelos animais, especialmente nas dietas com uma maior quantidade desta forrageira.

Para a dieta experimental em que a palma não foi incluída, houve os menores valores de consumo de MS e FDNcp com base no %PC, sendo observados 3,39 e 1,07%, respectivamente. A dieta que não continha palma apresentou um maior nível nutricional, em consequência do milho nas dietas, que possui maior NDT que a palma, sendo observado maior valor de NDT de 69,6% na MS total, o que pode ter contribuído para que o animal alcançasse seus requerimentos nutricionais com uma menor quantidade de MS ingerida. Isto, consequentemente também reduziu a quantidade de FDNcp ingerida, tendo em vista que este componente que faz parte da MS. Para o mais alto consumo de FDNcp em %PC verificado nas demais dietas experimentais o fator psicogênico poderia estar relacionado. Com o aumento da inclusão da palma nas dietas a quantidade de fibra aumentou e a de NDT reduziu. Deste modo os animais com o intuito de atender os seus requerimentos nutricionais, aumentaram o consumo de MS nas dietas a base de palma, o que provou aumento no consumo de FDNcp.

Um outro fator inerente a palma que pode ter contribuído para a elevação no consumo de FDNcp em %PC seria a mucilagem desta forrageira. Este componente pode ter dificultado a seleção dos ingredientes na ração total, forçando o animal a consumir uma maior quantidade de bagaço de cana que é um ingrediente que apresenta mais fibra.

Apesar do consumo de FDNcp em %PC ser um indicativo da possibilidade de utilização da palma em níveis mais altos de substituição, sendo isto demonstrado através do máximo valor observado de 1,30 %PC no nível de substituição de 74,69%, o consumo de MS em %PC sinaliza que a substituição seja realizada até um nível mais baixo de 54,83%, pois neste nível é verificado o máximo consumo de MS de 3,97 %PC.

A redução no consumo de MS com base no %PC a partir do nível de substituição do milho pela palma em 54,83% pode estar associada a início de problemas digestíveis. Isto é respaldado por observações e anotações que foram realizadas no decorrer do experimento.

Nas dietas experimentais em que houve a substituição de 66,6 e 99,9% do milho pela palma forrageira foi verificado em alguns animais sinais de timpanismo, provavelmente espumoso, e diarreia, indicando distúrbios metabólicos digestíveis em função da alta quantidade de palma inserida na dieta. Em ambos os casos, os animais foram tratados adequadamente.

O consumo de CNF apresentou média de 7,43 Kg.dia⁻¹ e este resultado pode ser justificado pelo fato da composição do milho e da palma forrageira apresentaram teores de CNF muito próximos, portanto, quando o milho foi substituído pela palma nas dietas, não houve grande variação do consumo do CNF ($P>0,05$).

O consumo médio de proteína bruta foi de 2,63 Kg.dia⁻¹ foi semelhante entre as dietas experimentais ($P>0,05$), porém ficou acima de 1,66 Kg.dia⁻¹, valor tomado como referência pelo NRC (2001). De mesmo modo o consumo de NDT não diferiu entre as dietas experimentais ($P>0,05$) e apresentou média de 11,76 Kg.dia⁻¹, ficando também acima de 8,20 Kg.dia⁻¹, valor proposto pelo NRC (2001). Isto, indica que o aporte energético consumido, assim como a proteína ingerida foram suficientes para atender à exigência proteico e energética das vacas do experimento, que possuíam 475 Kg de PC e produção de leite de 14,5 Kg.dia⁻¹ com 4% de gordura, possibilitando ainda que os animais expressassem seu máximo potencial genético de produção, tendo em vista que tanto a proteína quanto a energia consumida não foram limitantes, uma vez que foram maiores que o requerido para o nível de produção encontrado. Isto se aplica, caso tenha ocorrido sincronia de degradação entre a energia e a proteína no rúmen.

Houve redução linear na digestibilidade da MS ($P=0,008$), FDNcp ($P=0,003$) e NDT ($P=0,002$) em função da substituição do milho pelo palma forrageira (Tabela 5).

A digestibilidade da MS bem como a digestibilidade do NDT está associada à digestão dos outros nutrientes, como houve redução linear decrescente ($P<0,05$) na digestibilidade para a FDNcp (principal componente quantitativo da MS) com o aumento dos níveis de palma na dieta, isso provavelmente favoreceu a queda linear na digestibilidade da MS e dos nutrientes como um todo (NDT).

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes nutricionais e nutrientes digestíveis totais (NDT) de dietas contendo níveis de substituição do milho pela palma forrageira para vacas lactantes.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
CDMS	68,1	68,7	65,0	62,4	**	ns	1
CDPB	76,8	75,0	75,1	77,1	ns	ns	Y = 76,0
CDCNF	74,1	73,5	75,3	77,2	ns	ns	Y = 75,0
CDFDNcp	75,0	61,1	63,5	56,4	**	ns	2
NDT _{observado}	73,1	67,8	64,4	62,8	**	ns	3

MS - matéria seca; PB - proteína bruta; CNFcp - carboidratos não fibrosos corrigido para cinza e proteína; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; NDT - nutrientes digestíveis totais. ** Significativo à 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

1: $Y = 68,069 - 0,0582501X$, $R^2 = 72,8$

2: $Y = 75,1515 - 0,171356X$, $R^2 = 79,8$

3: $Y = 72,9148 - 0,0907321X$, $R^2 = 76,3$

O decréscimo na digestibilidade apresentado pela FDNcp pode ter sido influenciado por uma série de fatores, que podem atuar em conjunto ou isoladamente, dentre eles: quantidade de CNFcp na dieta e qualidade de fibra para ser degradada, fatores que estão relacionados com a taxa de passagem no rúmen.

De acordo com Van Soest (1994) a alta quantidade de CNFcp no alimento favorece a rápida passagem pelo trato digestivo do animal, não proporcionando o tempo adequado para os microrganismos fibrolíticos colonizarem e agirem corretamente sobre o alimento, o que reduz a digestão da fibra. Detmann et al. (2003) confirmaram isto à medida que verificou que o aumento de CNF (15,0; 30,0; 45,0; 60,0%) reduziu a digestibilidade da FDNcp de dietas oferecidas para bovinos em confinamento. Neste estudo não foi verificada diferença para o consumo de CNFcp ($P=0,10$) nas dietas à medida que palma substituiu o milho e ainda sim houve uma redução linear na digestibilidade da FDNcp ($P<0,05$). Portanto, para as condições experimentais, este componente (CNFcp) não apresentou influência nos resultados expressos para a digestibilidade da FDNcp.

Nas dietas que possuíam mais palma houve um aumento na quantidade de fibra ingerida. Isto ocorreu pelo fato da mucilagem da palma se aderir ao bagaço de cana. Esta situação foi mais pronunciada nos maiores os níveis de substituição do milho pela palma forrageira, o que pode ser confirmado através da taxa máxima de consumo de FDNcp de 1,3 %PC ocorrido no nível de substituição de 74,69%. Assim, até neste nível a alta quantidade de fibra ingerida que eram provenientes especialmente do bagaço, material que apresenta alto teor de lignina de 17% (Menezes et al., 2021), poderia

explicar a diminuição linear na digestibilidade da FDN_{cp}. A partir do nível de 74,69% a redução na digestibilidade da FDN_{cp} poderia estar relacionados a distúrbios metabólicos digestíveis ocorridos nos animais em função da alta quantidade de palma inserida na dieta, levando-se em consideração que no nível de 66,6% de substituição os animais apresentaram início de diarreia se pronunciando mais no nível de 99,9%.

O NDT observado apresentou redução linear significativa ($P < 0,05$) à medida que a palma forrageira foi aumentada nas dietas. Este resultado pode ser justificado pela menor participação do milho nas dietas, pois esse alimento possui um maior teor de NDT quando comparado à palma forrageira.

Houve efeito linear decrescente para a IAB ($P = 0,00$) pelos animais à medida que o milho foi substituído pela palma nas dietas. Para as variáveis de IAC ($P = 0,00$) e IAT ($P = 0,002$) foi observado aumento linearmente à medida que se aumentou os níveis de substituição do milho pela palma forrageira (Tabela 6).

Tabela 6. Consumo em litros de água de bebida (IAB), consumo de água coloidal (IAC) e consumo de água total (IAT) por vacas lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
IAB	44,9	30,4	6,0	2,6	**	ns	1
IAC	16,2	46,1	72,1	85,7	**	ns	2
IAT	61,0	76,5	78,1	88,3	**	ns	3

** Significativo à 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

1: $Y = 43,6339 - 0,45399X$, $R^2 = 95,3$

2: $Y = 19,8615 + 0,703649X$, $R^2 = 96,7$

3: $Y = 63,4954 + 0,249651X$, $R^2 = 82,0$

Comparando-se os extremos, quando palma não foi utilizada e quando esta substituiu o milho em 99,9% da dieta, houve uma redução no consumo de água de bebida (IAB) por dia de 42,6Kg, o que corresponde a uma redução 1.727,0%.

O consumo de água por vacas em lactação provém da água de bebida e da água contida nos alimentos, formada pela oxidação dos nutrientes orgânicos (NRC, 2001). O consumo de água pode ser estimado em função do consumo de matéria seca e da produção de leite Castle & Thomas (1975). De acordo com equação preconizada por Castle & Thomas (1975) estimando o consumo de água de bebida pelos animais no presente experimento, haveria um consumo de 37,46 litros, no entanto, houve uma média de consumo de 20,9 litros por animal por dia. A diferença entre o estimado e o valor encontrado pode estar associado ao fato de que a palma apresentar elevada

quantidade de água em sua composição, o que faz com que a equação de predição não se adeque a dietas que contenham esta forrageira.

A IAC se refere à água ingerida pelos animais proveniente dos alimentos. Nas dietas com maiores teores de palma a IAC foi superior, sendo verificado um aumento no consumo de 0,454 L para cada unidade percentual de substituição do milho pela palma. O aumento na IAC poderia estar associado com alguns fatores como a palatabilidade apresentada pela palma. A preferência pela palma demonstrada através da tentativa de seleção deste alimento no cocho pelos animais, pode reforçar a questão da palatabilidade.

Outra explicação para o aumento na IAC poderia estar relacionada com a ingestão forçada de água proveniente da palma nas dietas em que esta estava presente. Para este estudo a palma foi passada pelo processo de trituração. Durante este processo a palma cria uma viscosidade e quando oferecida em dieta total acaba se ligando aos demais ingredientes da dieta. É provável que os animais ao tentarem ingerir o concentrado que é muito palatável ou outro ingrediente que estava sendo fornecido no cocho, acabavam ingerindo a palma, aumentando desta forma o consumo de água, especialmente quando esta era fornecida em maiores quantidades.

O aumento na IAT pode ser justificado pela elevação ($P < 0,05$) na IAC nas dietas com mais palma, tendo em vista que a IAB reduziu linearmente ($P = 0,00$) à medida que se aumentou os níveis de substituição do milho pela palma nas dietas. Isto significa dizer que o animal consome mais água à medida que se alimenta com dietas contendo maior quantidade de palma forrageira. Este é um ponto importante, visto a possibilidade de redução do consumo de água de bebida pelos animais, o que pode promover uma economia de água dentro das propriedades, tornando ainda possível a criação de animais em locais que possuam escassez de água.

Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) para o tempo e período de alimentação, ruminação e ócio; bem como para o consumo de matéria seca $\text{Kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($P > 0,05$) frente as diferentes dietas experimentais (Tabela 7).

O consumo de alimento está relacionado com o tempo de alimentação e tempo de ruminação (Van Soest, 1994). Isto pode ser mais bem entendido quando estes três parâmetros são analisados conjuntamente.

Tabela 7. Comportamento ingestivo de vacas vacas lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
CMS (kg.dia ⁻¹)	15,67	18,83	18,85	16,81	ns	ns	Y = 17,54
Alimentação (h)	4,6	4,7	5,1	6,0	ns	ns	Y = 5,1
Ruminação (h)	5,7	7,3	6,8	7,9	ns	ns	Y = 6,9
Ócio (h)	13,7	12,0	12,1	10,1	ns	ns	Y = 12,0
NPA	7,3	8,3	7,3	9,5	ns	ns	Y = 8,1
NPR	14,5	16,3	12,8	14,5	ns	ns	Y = 14,5
NPO	20,5	22,0	18,0	20,0	ns	ns	Y = 20,1
TMT (h)	10,3	12,0	11,9	13,9	ns	ns	Y = 12,04

CMS – consumo de matéria seca; NPA- número de período de alimentação; NPR – número de período de ruminação; NPO – número de período de ócio; TMT – tempo de mastigação total. ^{ns} não significativo.

Não houve diferença para o consumo de MS (P=0,06) com média de CMS = 17,54 Kg.dia⁻¹, isto poderia explicar a semelhança encontrada quanto ao tempo de consumo diário do alimento e o tempo de ruminação (Tabela 7).

São vários os fatores que podem influenciar na taxa de passagem do alimento pelo sistema digestivo do ruminante, dentre eles: a população de microrganismos no rumem, especialmente de bactérias celulolíticas, assim como as características do próprio alimento, como o tamanho da partícula a quantidade e qualidade da FDN (Macedo Júnior et al., 2007), o que está diretamente relacionado às atividades de alimentação e ruminação.

A quantidade de FDNcp das dietas foi semelhante, apresentando valor médio de 34,3%. Isso, pode ter favorecido um tempo de passagem semelhante para as dietas no rumem de modo que os tempos de alimentação e ruminação não foram afetados.

Não houve efeito da substituição do milho por palma sobre os períodos de alimentação (P=0,18), ruminação (P=0,31) e ócio (P=0,25).

Um aumento da frequência de alimentação poderia ser visto com o possível incremento na digestibilidade do alimento (MS), conciliada com o aumento do consumo (MS), o que refletiria no aumento do tempo de passagem e conseqüentemente na redução do período de ruminação e aumento no período de alimentação.

Apesar de ter ocorrido redução linear na digestibilidade da MS à medida que o milho foi substituído pela palma nas dietas (P<0,05), isto por si só não foi capaz de interferir nos períodos de alimentação e ruminação, tendo em vista que o consumo em Kg de MS.dia⁻¹ não foi influenciado (P>0,05).

A frequência de ruminação pode ser relacionada à quantidade e qualidade da fibra consumida e segundo Aquino et al. (2014) a quantidade de energia ingerida pode

ter efeito sobre a frequência de períodos de ócio. Como não houve diferença para os consumos de FDNcp e NDT (Kg.dia^{-1}), isto talvez explique a não diferença ($P>0,05$) para estes parâmetros.

Não foi verificada influência ($P>0,05$) das dietas sobre o tempo de mastigação total, número de bolos ruminados, eficiência de alimentação e ruminação da matéria seca e FDNcp, no entanto, foi verificada efeito ($P<0,05$) linear decrescente para o número de mastigações meréricas por bolo e tempo de mastigações meréricas por bolo (Tabela 8).

O tempo total de mastigação é dado em função do tempo de alimentação e ruminação, como estes parâmetros não sofreram efeito das diferentes dietas, por consequência este também não foi alterado.

O número de bolos ruminados diariamente pode estar relacionado a quantidade de FDNcp da dieta e a qualidade deste componente. Como não houve diferença para a quantidade ingerida em Kg dia^{-1} de FDNcp e a quantidade de lignina entre as dietas experimentais foi semelhante (7,2; 7,2; 7,1 e 7,4) % para os níveis de substituição do milho pela palma em (0,0; 33,0; 66,0 e 100,0) %, respectivamente, talvez isso tenha contribuído para a semelhança encontrada entre as dietas experimentais ($P>0,05$).

Tabela 8. Eficiência do comportamento ingestivo alimentar em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
NBR	346,6	527,8	546,1	657,2	ns	ns	$Y = 519,4$
NMMB	49,6	44,1	38,6	37,5	**	ns	1
TMMB (s)	59,3	51,4	44,8	44,1	**	ns	2
EAL (Kg MS/h)	3,43	4,02	3,73	2,87	ns	ns	$Y = 3,51$
ERU (Kg MS/h)	3,22	2641,7	2,91	2,20	ns	ns	$Y = 2,74$
EAL (Kg FDNcp/h)	1,07	1,21	1,26	1,0	ns	ns	$Y = 1,14$
ERU (Kg FDNcp/h)	0,98	0,80	0,99	0,76	ns	ns	$Y = 0,88$

MS – matéria seca; TMT – tempo de mastigação total; NBR – número de bolos ruminados; NMMB – número de mastigação meréricas por bolo; TMMB – tempo de mastigações meréricas por bolo; EAL – eficiência de alimentação; ERU – eficiência de ruminação. ** Significativo à 5% de probabilidade. ns não significativo.

O número de mastigações está diretamente relacionado com o tempo de mastigação. Nas dietas experimentais com menos palma houve um maior número de mastigações por bolo, e conseqüentemente também um maior tempo de mastigação.

Isto, pode ser explicado pelo seguinte fato: as observações foram feitas em três períodos distintos do dia, que não necessariamente após a alimentação.

Levando-se em consideração que nas dietas em que a palma estava presente em menor quantidade os animais tinham uma maior capacidade de seleção; logo após o fornecimento das dietas no cocho, estes se alimentavam rapidamente do alimento que continha menos fibra efetiva (concentrado), deixando o alimento mais fibrosos no cocho para se alimentar mais tarde (bagaço). Assim, a capacidade de seleção dos ingredientes era menos pronunciada nas dietas com maior quantidade de palma, pela dificuldade imposta pela mucilagem presente nesta forrageira.

Desta forma, quase sempre nos momentos de avaliação das atividades mastigatórias os animais se alimentavam de ingredientes com maior quantidade de fibra (maior quantidade de bagaço de cana), especialmente nas dietas experimentais que apresentavam menor nível de palma. Isto pode ter contribuído para o aumento do número e do tempo de mastigações merícicas por bolo nas dietas em que a palma substituiu o milho em menor quantidade.

Não houve diferença para os parâmetros referentes ao tempo de alimentação ($P=0,06$), ruminação ($P=0,09$) e ócio ($P=0,06$), e consumo da MS ($P=0,07$). Também não houve diferença para as eficiências de alimentação ($P=0,06$) e ruminação ($P=0,14$) da MS e eficiências de alimentação ($P=0,09$) e ruminação ($P=0,24$) da FDNcp (Tabela 8).

É interessante que o tempo de alimentação seja maior que o tempo de ruminação. Isto pode melhorar a eficiência alimentar e desempenho produtivo do animal.

Normalmente, quando se tem uma elevada quantidade e baixa qualidade de FDNcp na dieta, ocorre um aumento no tempo de ruminação e redução no tempo de alimentação. De acordo com Alves (2013), os animais têm a capacidade de se adequar as diferentes concentrações, em quantidade e em qualidade de fibra na dieta, sendo que quando a concentração de FDNcp na dieta é maior ou a qualidade da FDNcp é inferior (baixa digestibilidade), ocorre uma modificação no comportamento ingestivo (aumento da seletividade) com tendência a aumentar as eficiência de alimentação e eficiência de ruminação da FDNcp para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com as exigências nutricionais. Este comportamento poderia explicar a semelhança encontrada entre os resultados de eficiência de alimentação e ruminação da MS e FDNcp das dietas no presente estudo, pois as dietas com mais palma apresentaram

maior quantidade de FDNcp e redução na digestibilidade da MS, não sendo, no entanto, observado diferença ($P>0,05$) para as eficiências supracitadas.

Mesmo com a dificuldade de seleção pode ter havido em menor proporção uma seletividade decorrente da dificuldade de mistura dos ingredientes. Talvez esta seleção tenha sido um fator relevante para a semelhança encontrada nas características de eficiência de alimentação e ruminação da MS e da FDNcp (Tabela 8).

Não foi observada diferença ($P>0,05$) para o balanço de nitrogênio bem como para a produção de proteína microbiana com a substituição do milho pela palma forrageira nas dietas (Tabela 9). Contudo é possível inferir que a quantidade de nitrogênio fornecido independentemente das dietas, foi suficiente para atender as exigências dos animais.

Levando-se em consideração a categoria de peso e produção dos animais do presente experimento o NRC (2001) sugere um consumo médio diário de 1.305 g de PB ou 208,8 g de N para a produção e 340 g PB ou 54,4 g de N para manutenção, totalizando 1.645 g de PB ou 263,2 g de N. No entanto, os animais consumiram diariamente 2.625 g de PB o que é equivalente a 420,1 g N, valor acima do preconizado. Após serem descontados os valores de nitrogênio que teoricamente teriam que ser utilizados durante os processos de manutenção e produção, bem como a parcela que foi perdida através das fezes (83,4 g) e urina (29,8 g), ainda resta 42,3 g de nitrogênio que foi ingerido e que representa 18,85% do nitrogênio retido. Provavelmente parte deste valor ficou circundante no plasma sanguíneo e outra parcela foi utilizada nos processos de reciclagem do nitrogênio no rumem, contribuindo para a taxa de turnover.

Como o valor médio de nitrogênio plasmático encontrado no presente experimento de 5,60 g, isto significa dizer que 36,69 g de nitrogênio foram utilizados para os processos de turnover no rumem.

A concentração de nitrogênio no plasma sanguíneo ficou relativamente alto (21,8 mg/dL) (Tabela 9). Ferguson et al. (1993) relataram que valores de nitrogênio plasmático acima de 19 mg/dL reduzem a taxa de concepção de vacas leiteiras, porém esta é uma característica que não foi estudada no presente estudo. Apesar disto as altas taxas de nitrogênio ureico no sangue no presente experimento podem indicar baixa eficiência no uso de energia e compostos nitrogenados no interior do rumem. Isto pode ser confirmado através da produção de proteína microbiana do presente trabalho, que apesar de não diferir entre as dietas ($P>0,05$) apresentando média de 1061,6 g.dia⁻¹, obteve uma baixa eficiência de síntese (92,0 g PB mic/Kg de NDT) (Tabela 9)

comparando-se ao que é preconizado (120 g PB mic/Kg de NDT) por Valadares Filho et al. (2010).

Leão et al. (2014) relataram que a elevada quantidade de nitrogênio ureico no leite pode ser um outro indicativo de excesso de nitrogênio na dieta ou falta de sincronização do complexo proteína e energia no rumem e que isto pode reduzir a eficiência das bactérias ruminais em utilizar o nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, que posteriormente seria aproveitada no metabolismo animal para a produção de leite ou de carne. Através do nitrogênio ureico no leite é possível monitorar o excesso ou falta de proteína e carboidratos da dieta.

O valor médio do nitrogênio ureico no leite observado de 20,8 mg/dL (Tabela 9) que ficou acima do preconizado (10 a 16 mg/dL) por Jonker et al. (1998) também confirma a ineficiência do uso de nitrogênio e energia pelos microorganismos no rumem, seja pelo desbalanço entre a quantidade de carboidratos e proteínas das dietas ou pela falta de sincronismo de degradação das fontes de carboidrato e nitrogênio utilizadas.

Tabela 9. Produção de proteína microbiana e balanço de compostos nitrogenados no metabolismo digestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
N ingerido (g.dia ⁻¹)	396,7	453,3	454,2	376,3	ns	ns	Y = 420,1
N no leite(g.dia ⁻¹)	78,1	86,5	80,0	64,9	ns	ns	Y = 77,4
N na urina (g.dia ⁻¹)	26,5	30,2	36,8	25,9	ns	ns	Y = 29,8
N nas fezes (g.dia ⁻¹)	99,1	95,8	83,9	54,7	ns	ns	Y = 83,4
N retido (g.dia ⁻¹)	193,1	240,8	253,6	230,8	ns	ns	Y = 229,6
N retido/N ingerido (% dia ⁻¹)	48,7	52,9	55,7	60,9	ns	ns	Y = 54,5
Concentrações de N ureico (mg. dL⁻¹)							
N ureico no plasma	21,4	23,0	22,5	20,2	ns	ns	Y= 21,8
N ureico no leite	22,0	20,6	19,9	20,7	ns	ns	Y = 20,8
Produção e eficiência da síntese de proteína microbiana							
PB microbiana (g.dia ⁻¹)	1068,7	1069,9	1042,6	1062,9	ns	ns	Y = 1061,6
PB microbiana/CNDT (g/Kg.dia ⁻¹)	91,2	86,2	89,3	101,5	ns	ns	Y = 92,0

Talvez para que houvesse uma boa sincronia de degradação dos compostos nitrogenados e os carboidratos incorrendo em uma maior eficiência da PBMI/CNDT (g/Kg dia^{-1}) o fator mistura da ração seja um fator relevante.

No experimento, quando a palma ou farelo de milho (fontes de energia) eram misturados no cocho com a fonte de volumoso os animais mesmo com a dificuldade de seleção, especialmente nas dietas com mais palma, tentavam se alimentar primeiramente da palma e do milho, deixando o bagaço amonizado (fonte de proteína - NNP) como uma segunda opção, o que talvez pode ter prejudicado o sincronismo de degradação. Isto, poderia ser uma explicação para a baixa eficiência de produção de proteína microbiana como a alta passagem de nitrogênio para o plasma sanguíneo e conseqüentemente para o leite.

A possibilidade de seleção no cocho dos alimentos energéticos (milho e/ou palma) pode ter restringido o fornecimento adequado de energia (CNFs) no rúmen apenas a períodos específicos do dia, mais próximos do fornecimento das dietas. Os animais ao terminarem de se alimentar das fontes energéticas de rápida solubilidade (CNF presentes no milho e/ou palma) se alimentavam em maior proporção das fontes energéticas de lenta solubilidade (CF presentes no bagaço amonizado), assim a quantidade de energia necessária nos processos fermentativos não era constante o que também pode ter reduzido a eficiência do uso de nitrogênio pelos microorganismos, refletindo nos baixos valores de síntese de proteína microbiana.

De acordo com o NRC (2001) o grau de sincronização entre a taxa de liberação de nitrogênio e fontes de energia no rumem isoladamente não necessariamente aumenta a produção de células microbianas. Para que isto ocorra, também deve haver uniformidade no fornecimento da energia e do nitrogênio no rumem. Assim, isso demonstra a importância do fornecimento da alimentação no formato de ração total que apresentem baixa capacidade de seleção dos ingredientes no cocho.

Não foi verificada diferença significativa ($P>0,05$) para os parâmetros de produção ($P=0,06$) e produção corrigida para 4% de gordura ($P=0,19$); bem como para os teores de gordura ($P=0,07$), proteína ($P=0,13$), lactose ($P=0,13$), ST ($P=0,23$) e ESD ($P=0,17$) (Tabela 10).

A semelhança nos parâmetros de produção e composição do leite pode ser explicada pela fermentação da fibra no rúmen produz os ácidos graxos voláteis, que tem o ácido acético e butírico como precursores de parte da gordura do leite e o ácido propiônico como precursor da lactose que é responsável pelo volume do leite (Lucci et

al., 2006). Como no presente trabalho os teores de FDNcp e CNFcp das dietas foram semelhantes e não houve diferença no consumo ($P>0,05$), isto poderia justificar a semelhança observada ($P>0,05$) nos teores de gordura, lactose e produção do leite, com médias de 3,5%, 4,7% e 14,5 Kg.dia⁻¹, respectivamente.

Tabela 10. Produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo milho substituído por palma forrageira.

Item	Nível de substituição do milho pela palma (%)				Linear	Quadrático	Equação
	0	33,3	66,6	99,9			
Produção de leite (Kg/dia)	15,2	17,2	16,6	13,8	ns	ns	Y = 15,7
LCG 4%	14,7	15,4	14,6	13,4	ns	ns	Y=14,5
Gordura (%)	3,8	3,3	3,2	3,8	ns	ns	Y = 3,5
Proteína (%)	3,5	3,5	3,3	3,2	ns	ns	Y = 3,4
Lactose (%)	4,6	4,7	4,7	4,6	ns	ns	Y = 4,7
ST (%)	13,0	12,5	12,2	12,6	ns	ns	Y = 12,5
ESD (%)	9,1	9,2	8,9	8,8	ns	ns	Y = 9,0
CCS	160,6	97,3	98,0	193,3	ns	ns	Y = 137,3
ECMS (CMS/Kg LCG4%)	1,06	1,24	1,30	1,27	ns	ns	Y=1,22
Kg NDT/ Kg LCG4%	0,78	0,83	0,84	0,80	ns	ns	Y=0,81

LCG – leite corrigido para gordura; ST – sólidos totais; ESD – extrato seco desengordurado; CCS – contagem de células somáticas; ECMS – eficiência de consumo de matéria seca. ^{ns}não significativo.

Em trabalho avaliando o efeito da substituição do fubá de milho por palma forrageira na composição química e no perfil de ácidos graxos do leite de cabras Apinas, Costa et al., (2010) verificaram que a substituição do farelo de milho pela palma forrageira reduziu o extrato etéreo da dieta, o que levou à depressão na concentração de gordura, sólidos totais, ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos desejáveis.

Os achados do presente estudo estão em consonância com àqueles de Cruz (2019), que estudou o efeito da substituição do milho em doses crescentes pela palma forrageira na alimentação de vacas da raça Guzerá com média de produção de 7,5Kg e não observou diferença na produção diária de leite e leite corrigido para 4,0% de gordura. O autor justificou estes resultados pela ausência de efeito ($P>0,05$) no consumo dos nutrientes.

Outra pressuposição é que no presente estudo não houve diferença ($P>0,05$) no consumo de PB e NDT, bem como na produção de proteína microbiana e consumo de água. Isto, possivelmente pode ter contribuído para a semelhança ($P>0,05$) encontrada entre as dietas experimentais para a produção de leite que apresentou média de 15,7 Kg.dia⁻¹.

Os teores de lactose no presente estudo não variaram, possivelmente, pois, este é o componente que sofre menos variação no leite (Milani, 2011).

Os sólidos totais e sólidos não gordurosos se referem aos componentes do leite que incluem as proteínas, gordura, lactose, e não apresentaram diferença ($P>0,05$). Como não houve diferença para estes parâmetros, conseqüentemente os sólidos totais e os sólidos não gordurosos não foram influenciados ($P>0,05$).

Neste estudo, não foi verificada diferença significativa ($P>0,05$) entre dietas para a eficiência de consumo da matéria seca ($P=0,06$). Isso significa dizer que não houve diferença ($P>0,05$) no consumo em Kg de MS para cada Kg de leite produzido diariamente (corrigido para 4% de gordura). De mesmo modo não houve diferença ($P>0,05$) para a eficiência energética para produção de leite, permanecendo, no entanto, em média 250g acima do preconizado (NRC, 2001).

Em relação a análise financeira é possível observar que à medida que o teor de palma aumentou nas dietas, houve uma redução no custo da matéria seca formulada (Custo: R\$/Kg) (Tabela 11).

Tabela 11. Análise do custo das dietas oferecidas para vacas vacas leiteiras lactantes experimentais em que o milho foi substituído pela palma forrageira.

Item	Níveis de substituição do milho pela palma (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
Custo (R\$) do Kg de MS dos ingredientes da dieta				
Bagaço amonizado (5%)	0,73	0,73	0,73	0,73
Palma forrageira*	0,254	0,254	0,254	0,254
Milho moído	1,884	1,884	1,884	1,884
Farelo de soja	3,842	3,842	3,842	3,842
Mistura mineral	5,00	5,00	5,00	5,00
% de Participação dos ingredientes com base na MS da dieta				
Bagaço amonizado	40,0	40,0	40,0	40,0
Palma forrageira	0,0	14,8	29,6	44,4
Milho moído	44,4	29,6	14,8	0,0
Farelo de soja	14,0	14,0	14,0	14,0
Mistura mineral	1,6	1,6	1,6	1,6
Custo (R\$) /Kg de MS segundo participação dos ingredientes na MS dieta				

Bagaço amonizado	0,292	0,292	0,292	0,292
Palma forrageira	0,000	0,038	0,075	0,113
Milho moído	0,836	0,558	0,279	0,000
Farelo de soja	0,538	0,538	0,538	0,538
Mistura mineral	0,080	0,080	0,080	0,080
R\$/Kg MS formulada	1,746	1,510	1,264	1,023

**Custo da MS no palmal.

Financeiramente falando, mesmo não sendo encontrada diferença para a eficiência de consumo da MS, foi verificado que quando se utilizou 0% de palma, comparando com a dieta que se usou 99,9% de palma em substituição ao milho, ocorreu uma diferença de custo no valor de R\$ 0,72/Kg de MS consumida. Assim, levando-se em consideração que os animais do experimento consumiram média de 17,59 Kg de MS diariamente, seria possível a obtenção de uma economicidade entre dietas de R\$ 12,78 por dia, que mensalmente (30 dias) representaria uma economia de R\$ 383,40 por animal. Nas dietas que ocorreram 33,3 e 66,6% de substituição do milho pela palma, usando esta mesma situação descrita anteriormente, a economia seria de R\$ 4,15 e R\$ 8,48 por dia ou R\$ 124,50 e R\$ 254,40 por mês, respectivamente.

Os valores do custo da dieta não podem ser analisados levando-se em consideração apenas o consumo, devendo ser avaliados juntamente com o custo-benefício apresentado pela dieta ao sistema de produção, tendo em vista, que nem sempre a dieta com menor valor financeiro é a mais vantajosa, pois podem apresentar piores resultados quando são incorporados os resultados de desempenho produtivo dos animais.

Isto demonstra a necessidade de uma análise financeira que leva em consideração não apenas o custo apresentado pelo Kg de MS da dieta, mas também que leve em consideração os resultados obtidos com a receita gerada pelo sistema de produção em função da utilização da dieta na alimentação.

Para as variáveis estudadas quanto ao custo com alimentação (custo total do concentrado – CTC, custo total do volumoso – CTV, custo total da alimentação – CTA), e indicadores financeiros do sistema de produção (receita bruta com a venda do leite – RBVL e receita menos o custo total com a alimentação – RMCTA), foi observado melhores resultados para as dietas com maiores níveis de substituição do milho pela

palma, tendo em vista que a medida que os níveis de palma aumentaram nas dietas ocorreu um aumento quase que constante da RMCTA (Tabela 12).

Tabela 12. Análise financeira simples de dietas oferecidas para vacas leiteiras lactantes, levando-se em consideração apenas a receita bruta da venda do leite (RBVL) e o custo com a alimentação (CTA).

Indicadores financeiros (R\$/dia)	Substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
Custo total com concentrado (CTC)	16,44	17,06	12,33	10,66
Custo total com volumoso (CTV)	10,96	11,34	8,17	7,04
Custo total com a alimentação (CTA)	27,40	28,40	20,50	17,70
Litro de leite (L)	2,10	2,10	2,10	2,10
Receita bruta com a venda do leite (RBVL)	28,30	32,00	30,90	25,80
Receita, menos CTA (RMCTA)	0,90	3,60	10,40	8,10

*Valores expressos com base na matéria natural, de acordo com os valores de fornecimento e não de consumo, tendo em vista que as sobras no cocho eram descartadas, e conseqüentemente, não eram reaproveitadas. Obs. Para efeito de cálculo do custo da atividade considerou-se vacas com alta persistência (365 dias de lactação).

Nas dietas que possuíam palma, apesar da RBVL diminuir constantemente, o custo total com a alimentação teve uma redução gradual mais expressiva, tendo em vista que o acréscimo da palma nas dietas fez com que o valor do Kg de MS diminuísse. Isso, atrelado ao fato de não ter ocorrido diferença ($P>0,05$) no consumo de matéria seca entre as dietas, fez com que a RMCTA fosse maior nos maiores níveis de substituição do milho pela palma.

Informações sobre os custos envolvidos em um sistema de produção além de permitirem o estudo de uma análise financeira simples, permitem a realização de uma análise financeira mais detalhada dos custos, tornando possível avaliar a viabilidade financeira do negócio (Lopes e Magalhães, 2005).

A margem bruta (MB) se refere ao retorno da atividade leiteira considerando os custos fixos e custos variáveis, com insumos e mão de obra utilizados no sistema de produção. Já a margem líquida (ML) considera ainda todos os custos citados anteriormente, somados a mão de obra e a depreciação dos recursos utilizados no sistema de produção. Ambos são indicadores financeiros.

Considerando apenas a receita proveniente do leite, desconsiderando a receita do bezerro produzido, foi possível observar que todas as dietas, exceto, a dieta com 0% de substituição do milho pela palma, apresentaram MB positiva. Para a ML foi verificado resultado positivo apenas nos níveis de 66,6 e 99,9% de substituição do milho pela palma (Tabela 13).

O lucro do sistema considera todos os custos que compõem a ML mais o custo de oportunidade (juros incidido sobre o capital empatado no sistema de produção).

Para este indicador foram simuladas três taxas de juros, sendo que para os níveis de substituição de 0 e 33,3% em todas as taxas avaliadas os valores de lucro se mostraram negativos. No nível de substituição de 66,6% todos os valores independentemente das taxas utilizadas permaneceram positivos. Já no nível de substituição de 100,0% do milho, apenas na taxa de 6,0% apresentou valor positivo.

Tabela 13. Análise financeira das dietas oferecidas para vacas leiteiras lactantes, segundo metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976), desconsiderando a receita do bezerro.

Indicadores financeiros (R\$/dia)	Substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
Custo operacional efetivo/animal (COE)	29,45	30,27	22,37	19,57
Custo operacional total/animal (COT)	33,82	34,64	26,74	23,94
Margem bruta por animal (MB)	-1,15	1,73	8,53	6,23
Margem líquida por animal (ML)	-5,52	-2,64	4,16	1,86
Custo total (CT) i = 6% ao ano	34,98	35,80	27,90	25,10
Custo total (CT) i = 10% ao ano	35,75	36,58	28,68	25,88
Custo total (CT) i = 12% ao ano	36,14	36,96	29,06	26,26
Lucro i = 6% ao ano	-6,68	-3,80	3,00	0,70
Lucro i = 10% ao ano	-7,45	-4,58	2,22	-0,08
Lucro i = 12% ao ano	-7,84	-4,96	1,84	-0,46

* O ano zero se refere ao investimento que se teria com a aquisição de animal, construção de instalação, bem como com a aquisição de motor elétrico e trator. Vale ressaltar que a aquisição do trator foi simulando para uma propriedade com 50 animais em produção. Assim para a composição do valor de investimento inicial os valores do trator e motor elétrico foram diluídos para 50 animais. Os demais anos se referem ao lucro anual/animal. Obs. Para efeito de cálculo do custo da atividade considerou-se vacas com alta persistência (365 dias de lactação).

O valor presente líquido e a taxa interna de retorno são indicadores econômicos usados como critérios para avaliar a viabilidade econômica de um determinado investimento financeiro (Matos et al., 2018).

Abaixo é possível verificar o VPL e a TIR das dietas experimentais, simulando um sistema de produção, desconsiderando a renda proveniente do bezerro (Tabela 14).

Tabela 14. Análise econômica das dietas oferecidas para vacas leiteiras lactantes, usando como indicadores o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), desconsiderando a receita do bezerro.

Período (anos)	Substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
*0	-R\$ 15.376,06	-R\$ 15.376,06	-R\$ 15.376,06	-R\$ 15.376,06
1 – 10	- R\$ 1.985,85	- R\$ 950,00	R\$ 1.497,00	R\$ 669,07
VPL TMA= 6% a.a.	- R\$ 29.992,09	- R\$ 22.374,99	- R\$ 4.357,49	- R\$ 10.451,65
VPL TMA= 10% a.a.	- R\$ 27.578,25	- R\$ 21.219,11	- R\$ 6.177,21	- R\$ 11.264,91
VPL TMA= 12% a.a.	- R\$ 26.596,56	- R\$ 20.749,03	- R\$ 6.917,28	- R\$ 11.595,67
TIR (%)	-22%	-17%	0%	-13%
TMA (%)	12%	12%	12%	12%

*O ano zero se refere ao investimento que se teria com a aquisição de animal, construção de instalação, bem como com a aquisição de motor elétrico e trator. Vale ressaltar que a aquisição do trator foi simulando para uma propriedade com 50 animais em produção. Assim para a composição do valor de investimento inicial os valores do trator e motor elétrico foram diluídos para 50 animais. Os demais anos se referem ao lucro anual/animal. Obs. Para efeito de cálculo do custo da atividade considerou-se vacas com alta persistência (365 dias de lactação).

Para todas as dietas testadas foram observados valores de VPL negativos, independentemente das taxas consideradas, indicando que não há viabilidade para o negócio até os dez anos de estudo simulado. Mesmo o valor da TIR sendo igual a zero para a dieta com nível de substituição do milho pela palma em 66,6%, não há viabilidade, pois o valor está abaixo da TMA. Para os demais níveis de substituição foi verificada TIR negativa.

Na tabela abaixo é possível verificar os indicadores financeiros de ML, MB e lucro, provenientes da simulação da atividade de produção de leite com as dietas, considerando o bezerro como parte integrante da receita da atividade (Tabela 15).

Considerando o bezerro na atividade é possível verificar para a MB que todas as dietas, com exceção da dieta com 0% de substituição do milho palma, apresentaram resultados positivos. Para a ML foram observados resultados positivos apenas para as dietas com 66,6 e 99,9% de substituição. O indicador de lucratividade independente

das taxas consideradas, acompanhou o mesmo padrão de comportamento da ML, sendo observados valores negativos nas dietas com 0 e 33,3% de substituição e valores positivos nas dietas com 66,6 e 99,9% de substituição.

Tabela 15. Análise financeira de dietas oferecidas para vacas leiteiras lactantes, segundo metodologia descrita por Matsunaga et al. (1976), considerando a receita de um bezerro ao ano.

Indicadores financeiros (R\$/dia)	Substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
Custo operacional efetivo/animal (COE)	29,45	30,27	22,37	19,57
Custo operacional total/animal (COT)*	33,82	34,64	26,74	23,94
Margem bruta por animal (MB)	-32,00	2,55	9,35	7,05
Margem líquida por animal (ML)	-4,69	-1,82	4,98	2,68
Custo total (CT) i = 6% ao ano	34,98	35,80	27,90	25,10
Custo total (CT) i = 10% ao ano	35,75	36,58	28,68	25,88
Custo total (CT) i = 12% ao ano	36,14	36,96	29,06	26,26
Lucro (i = 6% ao ano)	-5,85	-2,98	3,82	1,52
Lucro (i = 10% ao ano)	-6,63	-3,75	3,05	0,75
Lucro (i = 12% ao ano)	-7,01	-4,14	2,66	0,36

* Para os cálculos de depreciação, foi considerado apenas a utilização de mão de obra assalariada, sem a necessidade de mão de obra familiar, e foi considerado um trator para um rebanho com 50 animais, tendo em vista que esta quantidade justificaria a presença de dois funcionários assalariados (tomado para a base de cálculo) e a posse de um trator na propriedade. Obs. Para efeito de cálculo do custo da atividade considerou-se 1 bezerro desmamado com 60 dias de idade, consumindo 3 litros/dia e vacas com alta persistência (305 dias de lactação).

É possível observar que mesmo considerando a receita proveniente da venda do bezerro foram observados valores de VPL negativos, independentemente das taxas consideradas, indicando que não há viabilidade para o negócio até os dez anos de estudo simulado. A TIR apresentou valor positivo apenas na dieta com 66,6% de substituição do milho pela palma, no entanto, sem demonstrar viabilidade frente a TMA adotada (Tabela 16).

Os altos valores de nitrogênio observados no plasma sanguíneo e leite independente das dietas testadas, indicam que a quantidade de nutrientes fornecidas por Kg de MS nas dietas foi acima dos requerimentos exigidos pelos animais. Isso pode ser confirmado ao assumir que as rações no presente estudo foram formuladas para animais

com potencial de 20,0 Kg.dia⁻¹, porém, os animais produziram 15,7 Kg.dia⁻¹. O subaproveitamento pode ter ocorrido em função de vários fatores, seja, pela falta de sincronismo de degradação dos carboidratos, pela alta quantidade de nitrogênio nas dietas ou mesmo pela capacidade produtiva dos animais, que inclui a individualidade e persistência de lactação.

Tabela 16. Análise econômica de dietas oferecidas para vacas leiteiras lactantes, usando como indicadores o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), considerando um bezerro ao ano.

Período (anos)	Substituição do milho pela palma forrageira (%)			
	0	33,3	66,6	99,9
*0	-15.376,06	-15.376,06	-15.376,06	-15.376,06
1 - 10	- R\$ 1.689,47	-R\$ 654,55	R\$ 1.793,45	R\$ 965,45
VPL (TMA= 6% ao ano)	-R\$ 27.810,71	-R\$ 20.193,60	- R\$ 2.176,11	- R\$ 8.270,26
VPL (TMA= 10% ao ano)	-R\$ 25. 757,12	-R\$ 19.397,99	- R\$ 4.356,09	- R\$ 9.443,79
VPL (TMA= 12% ao ano)	-R\$ 24.921,94	-R\$ 19.074,41	- R\$ 5.242,67	- R\$ 9.921,05
TIR (%)	- 19%	- 14%	3%	- 8%
TMA (%)	12%	12%	12%	12%

O subaproveitamento dos nutrientes, que se relaciona com menor produção, conciliado com o consumo regular das dietas, foi um dos fatores que conseqüentemente elevou o custo de produção, interferindo nos indicadores financeiros e econômicos das dietas. Caso fosse modificada a proporção ou os ingredientes das dietas, e/ou fossem utilizados animais com maior nível de produção neste estudo, talvez fossem obtidos resultados financeiros e econômicos diferentes.

V – CONCLUSÃO

Contudo, considerando os aspectos nutricionais, produtivos e econômico-financeiro obtidos neste estudo, e visando melhores resultados para o sistema de produção de leite, indica-se que a palma forrageira substitua o milho moído em no máximo 66,66% da MS.

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.M. **Ureia de liberação lenta em substituição a ureia convencional na alimentação de ovinos.** 2013. 120p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

AQUINO, R.M.S.; PEREIRA, E.S.; OLIVEIRA, S.M.P.; PIMENTEL, P.G.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D.; FONTENELE, R.M.; ALVES, J.P.M.; CRUZ, R.O.; ROCHA JÚNIOR, J.N. Parâmetros nutricionais e padrões nictemeral do comportamento ingestivo de cordeiros Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.563-572, 2014.

ANTONIASSI, R.; WILHELM, A.E.; FREITAS, S.C.; SILVA, T.S.; ARAUJO, M.C.P.; CARVALHO, C.W.P.; FERREIRA, M.A.; LOPES, F.C.F.; SANTOS, D.C.; GAMA, M.A.S. **Composição Química e Perfil de Ácidos Graxos de Cultivares de Palma Forrageira em Comparação a Outros Alimentos Utilizados na Dieta de Ruminantes.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, n. 30, p. 5-19, 2020. 1. ed. Embrapa Agroindústria de Alimentos.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

BÜRGER, P.J., PEREIRA, J.C. Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.

CASTLE, M. E., AND T. P. THOMAS. The water intake of British Friesian cows on rations containing various forages. **Animal Production**, v.20, n.2, p.181– 188, 1975.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** International Feed Research Unit - Bucksburnd: Rowett Research Institute, 1992. 21p.

CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

CLARK, J. H., T. H. KLUSMEYER, AND M. R. CAMERON. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

CONRAD, H.R.; WEISS, W.P.; ODWONGO, W.O. et al. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.427-436, 1984.

CRUZ, G.F.L.; LEITE, G.M.; CORDEIRO, J.W.B.; SOUSA, L.S.; MUNIZ, A.C.S.; SILVA, M.A.; SANTOS, B.R.C.; SANTOS, E.M. Substituição do milho pela palma forrageira sobre o consumo de nutrientes de vacas Guzerá lactantes. In: I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens, Areia, 2019. **Anais...** Areia: CCA/UFRP, 2019.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DETMAN, E; QUEIROS, A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1763-1717, 2003.

EDMONSON, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

FERGUSON JD, GALLIGAN DT, BLANCHARD T, REEVES M. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3742-3746, 1993.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LEDIC, I.L.; MANZAN, R.J. Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1325-1332, 2002.

FIGUEIREDO, M.R.P.; SALIBA, E.O.S.; REBOUÇAS, G.N.M.; SILVA, F.A.; MARTINS, T.L.T. Aspéctos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v.19, n.1, p.1-7, 2017.

GARY, L. A.; SHERRITT, G. W.; HALE, E. B. Behavior of charolais cattle on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.30, n.2, p.303- 306, 1970.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, p.25, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de Dados Geodésicos (BDG): Relatório de Estação Geodésica**. Disponível em:<<<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=1158G>>>. Acesso em: 1 de Fevereiro de 2023.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <http://www.portal.inmet.gov.br>. Acesso em 03 de Janeiro de 2024.

JESUS, M.R. **Bagaço de cana-de-açúcar amonizado associado à palma forrageira em dietas para vacas leiteiras**. 2020. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga.

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.

LEÃO, G.F.M.; NEUMANN, M.; ROZANSKI, S.; DURMAN, T.; SANTOS, S.K.; BUENO, A.V.I. Nitrogênio ureico no leite: aplicações na nutrição e reprodução de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.2, p.23-28, 2014.

LOPES, F.C.F. Determinação do consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação em condição de pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 52, p.1-116, 2007.

LOPES, M.A.; MAGALHÃES, G.P. Profitability analysis of finishing beef cattle in feedlot conditions: a case study. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.3, p.374-379, 2005.

LUCCI, C.S; VALVASORI, E.; PEIXOTO JUNIOR, K; FONTOLAN, V. Concentrações de nitrogênio na dieta, no sangue e no leite de vacas lactantes no período pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.258-263, 2006.

MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I.; PEREZ, J.R.A. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.7, p.7-17, 2007.

MATOS, L.H.A.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, R.R.; LEITE, L.C.; CONCEIÇÃO, C.P.; PINHEIRO, E.E.G.; ALENCAR, A.M.; SANTOS, A.V.; RUFINO, L.M. DE A.; SILVA, P.A. Economic aspects of the use of castor meal in supplements for grazing heifers. **Custos e agronegócio on line**, v.14, n.1, p.357-372, 2018.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.727-736, 2003.

MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.594-600, 2010.

MENEZES, R.A.; GONÇALVES, L.C.; PIRES, F.P.A.; MENEZES, G.L.; OLIVEIRA, A.F. Lignina: caracterização, efeito e manipulação na nutrição de ruminantes. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.18, n.4, p.8961-8970, 2021.

MILANI, M.P. **Qualidade do leite de diferentes sistemas de produção, anos e estações climáticas no Noroeste do Rio Grande do Sul**. 2011. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal De Santa Maria - UFSM. Santa Maria.

MORALES-MARTÍNEZ Y, LÓPEZ-CUELLAR MR, CHAVARRÍA-HERNÁNDEZ N, RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ AI. Rheological behaviour of acetylated pectins from cactus pear fruits (*Opuntia albicarpa* and *O. matudae*). **Food Hydrocol.** v.85, n.1, p.110-119, 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2001, 381p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

OLIVEIRA, F.D.B.P. **Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com palma forrageira em substituição ao fubá de milho**. 2014. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Universidade Federal de Pernambuco, Garanhuns.

SILVA, R.M.;

SILVA, R.R. SILVA, F.F.; PRADO, I.N. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.5, p.293-296, 2006.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; SAMPAIO, C.B.; GOMES, D.I. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1148-1154, 2011.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR-CORTE**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, Suprema Gráfica Ltda., 2010. 193 p.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis 53 estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

Wanderley W, L.; Ferreira, M.A.; Andrade, B.D.K.; Vêras, A.S.C.; Farias, I.; Lima, L.E.; Dias, A.M.A. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers, 61, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

VII - ANEXO

LEGENDA: R\$ - Reais; MN – matéria natural; h/t – Horas de trator; h/d – homem/dia; L – Litro; t – Toneladas

Quadro 1. Custo dos ingredientes utilizados na formulação do concentrado (R\$).			
Ingrediente	Unidade Kg	Valor R\$	Valor/Kg MN
Bagaço de cana (5% de ureia)	8.562,49	2.516,39	0,294
Palma ¹	31.000,00	788,02	0,0254
Farelo de milho saco ²	50,00	85,00	1,660
Farelo de soja saco ²	50,00	170,00	3,400
Sal mineral saco ²	25,00	125,00	5,000

¹Estimado segundo metodologia de orçamento agropecuária para o estado da Bahia – BNB, 1995.

²Cotação dos preços realizada no mês de janeiro de 2013.

Quadro 2. Orçamento para a implantação de um hectare de palma forrageira (<i>Opuntia ficus indica</i> L.)			
Descrição	Quantidade/ unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
SERVIÇOS			1.980,00
Preparo do solo			480,00
Aração	3,0 h/t	120,00	360,00
Gradagem	1,0 h/t	120,00	120,00
Plantio			1.320,00
Abertura das covas	8,0 h/d	60,00	480,00
Adubação de fundação	6,0 h/d	60,00	360,00
Plantio	6,0 h/d	60,00	360,00
Tratamento das raquetes	2,0 h/d	60,00	120,00
Tratos culturais			180,00
Capina manual	20,0 h/d	60,00	120,00
Aplicação de formicida	1,0 h/d	60,00	60,00
INSUMOS			5.903,15
Raquetes	42.000,0 unid.	0,10	4.200,00
Esterco bovino	10,0 t	-	-
NPK (8-28-16) *	250 Kg há	3,91	977,50
Formicida	3,0 Kg	63	189,00
Transporte (10% de insumos)	10,00%	-	536,65
TOTAL			7883,15

Considerado que o adubo orgânico foi produzido no imóvel.

Espaçamento de plantio: 2,0 x 0,12 m.

Ciclo da cultura perene.

Adubação: realizada segundo Cavalcanti et al. 2014.

Produtividade média de 31 toneladas de MS/há.

Preço palma: Estimado pela metodologia de orçamento agropecuária para o estado da Bahia –BNB, 1995.

Quadro 3. Orçamento para de 1 tonelada de bagaço de cana amonizado (5%)			
Descrição	Quantidade/ unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
SERVIÇOS			60,00
Enchimento do silo	1,0 h/d	60,00	60,00
INSUMOS			529,30
Bagaço de cana-de-açúcar (kg de MS)	500 Kg	0,2	100,00
Ureia (45% de N)	50 Kg	5,55	277,50
Feijão fradinho (urease)	20 Kg	7,59	151,80
TOTAL			589,30

Considerando bagaço de cana a um valor de R\$ 100,00 a tonelada de MN, incluindo frete pequena distância. (<https://www.mfrural.com.br/produtos/3-345/nutricao-animal-cana-de-acucar-bagaco>).

Para efeito de custo de kg de MS, considerou-se o bagaço de cana *in natura* com 50% de MS.

ureia para amonizar o bagaço para o período experimental (5% de amonização)

feijão fradinho (considerando 2% de fonte de urease)

Quadro 4. Valores e itens considerados para a análise financeira durante o período experimental - COT, Matsunaga et al. (1976).				
Item	Quantidade	Unidade	Valor da unidade	Valor gasto/animal durante todo o período experimental
Vacina polivalente	0,24	Dose	1,5	R\$ 0,36
Vacina raiva + reforço	0,48	Dose	1,6	R\$ 0,77
Vacina aftose	0,24	Dose	2,1	R\$ 0,50
Repelentes +biofor	30,13	mL	0,08	R\$ 2,41
Vermifulgação estratégica	1,92	mL	0,24	R\$ 0,46
Antibiótico	10,84	mL	0,577	R\$ 6,25
Combustível	0,2	Litros	5,6	R\$ 1,12
Energia*	16,28	Kwh	0,54	R\$ 15,38
Mão de obra contratada**	2,0	Pessoa	1.302,00	R\$ 152,77

*Para calcular a energia foi considerado um tempo de funcionamento médio de um motor de 7,5 cv durante 2,3,4,5 minutos para os tratamentos com: 0; 33,3; 66,6 e 99,9% de palma, respectivamente. O valor de consumo Kwh foi considerado de acordo com a Coelba e a quantidade de Kwh de acordo com: <https://www.cooperluz.com.br>.

**Para calcular a mão de obra foi considerado um rebanho com 50 animais, pois esta quantidade justificaria a presença de dois funcionários assalariado na propriedade.

Quadro 5. Valores e itens considerados para a análise financeira no período experimental - DEPRECIÇÃO/animal, Matsunaga et al. (1976).				
Item	Quantidade	Valor da unidade	Depreciação/dia	Depreciação durante todo o período experimental
Trator*	1	R\$ 310.000,00	R\$ 84,93	R\$ 149,48
Animal	1	R\$ 8.000,00	R\$ 2,19	R\$ 192,88
Baia	1	R\$ 1.040,00	R\$ 20,80	R\$ 1,25
Motor elétrico	1	R\$ 6.803,00	R\$ 1,86	R\$ 41,00
Total	-	R\$ 325.843,00	-	R\$ 384,61

*Para calcular a depreciação do trator (considerado trator novo), foi considerado um rebanho com 50 animais, pois esta quantidade justificaria a presença deste na propriedade.

Quadro 6. Valores e itens considerados para a análise financeira durante o período experimental – CT, Matsunaga et al. (1976)				
Item	Unidade	Valor da unidade	Valor total	
Trator	1	R\$ 310.000,00	R\$	310.000,00
Animal	8	R\$ 8.000,00	R\$	64.000,00
Baia	8	R\$ 1.040,00	R\$	8.320,00
Motor elétrico	1	R\$ 6.803,00	R\$	6.803,00
Capital empatado total	-	-	R\$	389.123,00



Figura 1. Processo de amonização do bagaço de cana-de-açúcar com 5% de ureia na MS.



Figura 2. Pesagem, acomodação das vacas nas baias, preparo e armazenagem dos concentrados.



Figura 3. Preparo das dietas para fornecer às vacas.



Figura 4. Fornecimento das dietas e pesagem das sobras.



Figura 5. Pesagem do leite.



Figura 6. Coleta e processamento das amostras.



Figura 7. Anotações sobre o comportamento ingestivo.