



**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS PARA
VACAS LEITEIRAS CONFINADAS**

FERNANDO ROSSA

2024



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

**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS PARA
VACAS LEITEIRAS COFINADAS**

Autor: Fernando Rossa
Orientador: Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2024

FERNANDO ROSSA

**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS PARA
VACAS LEITEIRAS CONFINADAS**

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. Fabiano Ferreira da Silva
Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2024

636.085 Rossa, Fernando.

R739p Palma forrageira em dietas para vacas leiteiras confinadas. / Fernando Rossa. – Itapetinga-BA: UESB, 2024.

63f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e coorientação do Prof. D. Sc. Fabio Andrade Teixeira.

1. Vacas leiteiras – Palma forrageira - Dietas. 2. Palma forrageira – Alimentação - Vacas leiteiras. 3. Vacas leiteiras - Palma forrageira – Produção de leite. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Teixeira, Fabio Andrade. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

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

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Bovinocultura – Alimentação - Palma forrageira - Viabilidade econômica

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

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Palma forrageira em dietas para vacas leiteiras confinadas”

Autor (a): Fernando Rossa

Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva (Orientador) – UESB

Banca: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva (Orientador) – UESB;

Prof. Dr. Fabio Andrade Teixeira (Co-orientador) – UESB;

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires – UESB;

Prof. Dr. Mário Norberto Slomp – UNIGUAÇU;

Prof. Dr. Maurício Civiero – UNIGUAÇU.

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



Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva (Orientador) – UESB



Prof. Dr. Fabio Andrade Teixeira (Co-orientador) – UESB



Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires – UESB



Prof. Dr. Mário Norberto Slomp – UNIGUAÇU



Prof. Dr. Maurício Civiero – UNIGUAÇU

Data de realização: 14 de novembro de 2023.

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências.
O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso
passará pela vida sem ver nada”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Ao meu pai José Carlos;

À minha mãe Irene;

À minha avó Brunia;

Aos meus irmãos Gabrieli e Gustavo.

Apesar de todas as dificuldades sempre estiveram comigo,

Deram-me educação e ensinaram-me os valores da vida,

Sempre me incentivaram e mostraram-me

A importância dos estudos,

E por mais difícil que seja estarmos longe,

Carrego-os sempre em meu coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha saúde física e mental, e as bençãos e graças recebidas tornando possível o meu desenvolvimento pessoal e intelectual ao longo de toda minha vida.

A todos meus familiares, por toda força, ajuda, incentivo e carinho ao longo de todos esses anos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB – Campus Itapetinga e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por fornecer a infraestrutura necessária para a realização desta pesquisa, e aos seus profissionais, coordenadores, professores e funcionários, pela competência, dedicação e colaborações.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador e grande amigo, Fabiano Ferreira da Silva, por aceitar o desafio de me orientar, pelo tempo, incentivo e atenção que destinou a mim, pelas sugestões e ajuda na realização do experimento. Sempre buscando ajudar não apenas seus orientados, mas sim, a todas as pessoas que o cercam. Com certeza, são atitudes como estas, que mantem e valorizam os programas de educação, como a nossa pós-graduação. Muito obrigado!

Ao meu ex-professor e amigo Mário Norberto Slomp, uma pessoa incrível, sempre acreditando em mim e não deixando-me desistir nunca de um sonho. Sempre com conselhos fantásticos sobre estudos e também sobre a vida. Foram tantas conversas, risadas, churrascos... Momentos que pra sempre ficarão em minha memória.

Ao meu grande amigo Maurício Civiero, que é um dos principais responsáveis e incentivadores por eu estar aqui, realizando o sonho de continuar na vida acadêmica, onde me tornei mestre, e agora, doutor.

Ao Fabio Andrade Teixeira, que além de meu coorientador e professor, um grande amigo. Muitos foram seus ensinamentos e incentivos.

À minha esposa Adriane, pelo amor, força, dedicação, companheirismo, atenção e paciência que dedicou a mim, me apoiando a todo instante e não deixando-me desistir em nenhum momento de realizar esse sonho de concluir o doutorado.

À fazenda Valeu Boi, por ceder o espaço, infraestrutura, alimentação e os animais necessários para a realização do experimento de campo, e a todos os colaboradores da fazenda por toda a ajuda, manejo com os animais, conversas, ensinamentos, tempo, paciência e atenção.

Aos meus amigos, Ayrton, Cleidiane e Cristovão pela ajuda e dedicação no desenvolvimento do experimento.

Aos meus companheiros de grupo de estudo, pela amizade, ajuda nas análises e desenvolvimento do doutorado.

Aos motoristas da UESB, pelo trabalho prestado no auxílio com a locomoção.

A “Zé” e George pela ajuda nas análises laboratoriais.

Obrigado a todos que de uma forma ou de outra colaboraram na execução do meu experimento e desenvolvimento de todo doutorado.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

GRANDE ABRAÇO.

BIOGRAFIA

Fernando Rossa, filho de José Carlos Rossa e Irene Rossa, nasceu em Rio Azul – PR, no dia 09 de novembro de 1993.

Realizou graduação em Medicina Veterinária, na Faculdades Integradas do Vale do Iguaçu – UNIGUAÇU, na cidade de União da Vitória - PR, Brasil, na turma 2011-2015.

Em março de 2017, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia, na área de Concentração em Produção de Ruminantes, com ênfase em nutrição de bovinos de corte, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga – BA, concluindo em março de 2019.

Em março de 2019, iniciou o doutorado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia, na área de Concentração em Produção de Ruminantes, com ênfase em nutrição de bovinos de leite, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga – BA, concluindo em fevereiro de 2024.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Vacas em lactação confinadas.....	2
2.2 Palma forrageira <i>Nopalea cochenillifera</i> na alimentação de vacas leiteiras.....	3
2.3 Cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras	5
III. REFERÊNCIAS.....	7
IV OBJETIVOS.....	12
4.1 Objetivo geral.....	12
4.2 Objetivos específicos	12
V MATERIAL E MÉTODOS	13
5.1 Comitê de ética.....	13
5.2 Local, clima e período experimental.....	13
5.3 Delineamento experimental	13
5.4 Tratamentos e composição das dietas	14
5.5 Produção de leite	17

5.6 Avaliação do consumo, digestibilidade e ganho de peso	17
5.7 Análises químico-bromatológicas	18
5.8 Balanço de compostos nitrogenados	21
5.9 Análise de colesterol do Leite	23
5.10 Comportamento ingestivo	24
5.11 Viabilidade econômica.....	25
5.12 Análises estatísticas.....	28
VI RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
VII CONCLUSÃO	42
VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	43

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição químico-bromatológica da palma forrageira (<i>Nopalea cochenilifera</i>), segundo diversos autores (% da MS)	3
Tabela 2. Temperaturas máximas (Tmax), mínimas (Tmin) e precipitação pluviométrica total, por período, observadas durante a fase experimental.....	13
Tabela 3. Proporção dos ingredientes da dieta com base na matéria seca.....	15
Tabela 4. Composição químico-bromatológica dos ingredientes da dieta	16
Tabela 5. Composição químico-bromatológica da dieta total	16
Tabela 6. Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animais e terra, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total.....	27
Tabela 7. Preços médios de insumos e serviços utilizados no experimento	27
Tabela 8. Preços médios dos ingredientes na matéria seca utilizados no experimento .	27
Tabela 9. Preço médio de venda dos produtos no período experimental.....	28
Tabela 10. Consumo de matéria seca e nutrientes de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	29
Tabela 11. Ingestão de água (litros.dia ⁻¹) pelas vacas em lactação recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	30
Tabela 12. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	31
Tabela 13. Desempenho de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.....	32

Tabela 14. Composição do leite de vacas em lactação recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	32
Tabela 15. Balanço de compostos nitrogenados, concentrações de N (nitrogênio) ureico de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.....	34
Tabela 16. Produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	35
Tabela 17. Comportamento ingestivo de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	36
Tabela 18. Parâmetros de eficiência alimentar e mastigação merícica de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta	37
Tabela 19. Atividades comportamentais de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.	39
Tabela 20. Rentabilidade e custo de produção de leite de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.	39
Tabela 21. Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 9 e 12%, respectivamente, para um ano	40

RESUMO

ROSSA, Fernando. **PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS CONFINADAS**. Itapetinga, BA: UESB, 2023. 63 p. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se analisar diferentes níveis de inclusão de palma forrageira, em dietas para vacas leiteiras confinadas, avaliando o consumo e a digestibilidade da matéria seca e nutrientes, consumo de água, desempenho produtivo, composição do leite, balanço de compostos nitrogenados, comportamento ingestivo, e viabilidade econômica. O experimento foi conduzido na Fazenda Valeu Boi, localizada no município de Encruzilhada-BA, entre o período de novembro de 2020 a janeiro de 2021, com duração de 84 dias. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu, de terceira ou quarta lactação, estando entre 80 e 120 dias em lactação. Os animais foram distribuídos em 2 Quadrados Latinos 4 x 4, constituídos por 4 períodos de 21 dias cada e 4 dietas. Os tratamentos consistiram na inclusão dos níveis de 0, 16, 32 e 48% de palma forrageira na matéria seca total da dieta. Foi observado efeito linear crescente para o consumo de extrato etéreo e também para a digestibilidade de proteína bruta. A ingestão de água via bebedouro apresentou efeito linear decrescente, enquanto a ingestão de água via coloidal foi linear crescente. A produção de leite foi similar entre tratamentos com média de 17,46 kg.dia⁻¹, não apresentando alterações para a composição. Houve efeito linear crescente para o nitrogênio microbiano e proteína bruta microbiana. Na avaliação do comportamento ingestivo foi observado efeito linear decrescente para o número de bolos ruminados, tempo gasto por bolo ruminado e para o número de períodos de alimentação. Os níveis de 32 e 48% de inclusão de palma forrageira na matéria seca da dieta apresentaram a melhor rentabilidade econômica. Para a alimentação de vacas em lactação confinadas a palma forrageira pode ser utilizada em até 48% da matéria seca da dieta

Palavras-chave: bovinocultura, *Nopalea cochenilifera*, produção de leite, viabilidade econômica.

*Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc., UESB e Co-orientador: Fabio Andrade Teixeira, D.Sc., UESB

ABSTRACT

ROSSA, Fernando. FORAGE CACTUS IN DIETS FOR FEEDLOT DAIRY COWS. Itapetinga, BA: UESB, 2023. 63 p. Thesis (PhD in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).*

This trial aimed to assess different levels of forage palm inclusion in diets for feedlot dairy cows, assessing the consumption and digestibility of dry matter and nutrients, water consumption, productive performance, milk composition, balance of nitrogenous compounds, ingestive behavior, and economic viability. The experiment was conducted at Fazenda Valeu Boi, located in the municipality of Encruzilhada-BA, from November 2020 to January 2021, lasting for 84 days. It was used eight Holstein x Zebu crossbred cows, third or fourth lactation, between 80 and 120 days in lactation. The animals were distributed in 2 4 x 4 Latin Squares, consisting of 4 periods of 21 days each and 4 diets. The treatments consisted of including levels of 0, 16, 32 and 48% of forage palm on the total dry matter of the diet. An increasing linear effect was observed for the consumption of ether extract and for digestibility of crude protein. Water intake by drinking fountain presented a linear decreasing effect, while water intake by colloidal water was linearly increasing. Milk production was similar between treatments with an average of 17.46 kg.day⁻¹, presenting no changes on its composition. There was an increasing linear effect for microbial nitrogen and microbial crude protein. When ingestive behavior was assessed, a decreasing linear effect was observed for the number of ruminated bolus, time spent per ruminated bolus and the number of feeding periods. Levels of 32 and 48% inclusion of forage palm on the dry matter of the diet showed the best economic profitability. For feeding feedlot lactating cows, forage palm can be used in up to 48% of the dry matter of the diet.

Key words: *cattle farming, economic viability, milk production, Nopalea cochenilifera*

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB and Co-adviser: Fabio Andrade Teixeira, Dr. UESB

I. INTRODUÇÃO

Tanto a agricultura como a pecuária podem ser afetadas pelas variações climáticas em algum momento da produção. Por isso, é necessária a investigação do comportamento climático de uma região para conhecer os riscos, planejar o desenvolvimento das atividades e otimizar a utilização dos recursos disponíveis.

O confinamento de vacas em lactação no Brasil, tradicionalmente, ocorre em períodos secos do ano, onde há baixa qualidade e disponibilidade de forragem. (Moreira e Prado, 2010), entretanto, pode ser usado em qualquer período do ano dependendo da necessidade ou sistema de criação. No confinamento, as vacas são alimentadas no cocho, onde há a necessidade da construção de instalações confortáveis e funcionais prezando o bem-estar e conforto térmico dos animais, além de estoque de alimento, objetivando uma maior produção (Rezelman, 1993).

Na região nordeste do Brasil, o clima predominante é o tropical e tropical semiárido, sendo caracterizado por uma estação seca, mais predominante ao longo do ano e outra chuvosa, mais concentrada, tornando-se evidente a observação de déficit hídrico nessa região em períodos do ano (Barbosa et al., 2018).

A palma forrageira devido as suas características anatômicas, morfofisiológicas e bioquímicas apresenta boa adaptação às regiões áridas e semiáridas (Cândido et al., 2013). Essa planta pertence à família das cactáceas e apresenta o metabolismo CAM (Crassulacean Acid Metabolism), o que possibilita minimizar a perda de água e aumentar a eficiência no uso da água, pois fecham seus estômatos durante o dia e os abrem durante a noite (Barreto e Barbosa, 2001).

Segundo Silva et al. (2017), a palma forrageira tem grande importância no Semiárido Brasileiro devido à sua adaptação, rusticidade, palatabilidade e características nutricionais. Sendo utilizada principalmente nos períodos mais secos do ano para a alimentação de bovinos, ovinos e caprinos (Almeida et al., 2018), além de ser uma grande fonte de água aos animais (Cordova-Torres, 2017).

As espécies de palma mais utilizadas para alimentação animal no nordeste brasileiro são a gigante (*Opuntia ficus-indica*), redonda (*Opuntia sp.*) e miúda ou doce (*Nopalea cochenilifera*) (Galvão Junior et al., 2014).

II. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Vacas em lactação confinadas

A atividade leiteira enfrenta grandes oscilações ao preço pago pelo litro de leite produzido, sendo: em média menor na estação chuvosa do ano, períodos de maior produção; e em média maior em tempos de estiagem, onde há menor produção, entretanto, os custos com alimentação são maiores.

Para Resende (2016), a lucratividade da atividade leiteira é dependente de diversos fatores, entre eles a mão de obra, ingredientes da dieta e maior produtividade por vaca. Entretanto, o aumento da eficiência produtiva é um grande desafio e necessidade para competitividade do setor (Reis et al., 2001).

Segundo Vilela et al. (1996), com a especialização da pecuária leiteira e vacas mais produtivas, observa-se uma tendência de crescimento do sistema intensivo de produção, onde vacas de alto potencial são mantidas em confinamento total, e a alimentação a base de silagem, feno e concentrado são fornecidas no cocho, porém, aumentando assim, os custos de produção.

A utilização de sistemas de confinamento para vacas em lactação ocorre principalmente devido ao tamanho limitado das áreas de pastos e alto custo de terras, também pela estacionalidade de produção de forragem durante o ano, e rebanhos geneticamente melhorados para maior produção de leite (Novaes, 1993). Os sistemas de confinamentos para vacas em lactação apresentam maiores custos de produção e necessidades de mão de obra especializada, porém, quando bem manejado permite maior produção de leite e sanidade aos animais (Pereira et al., 2010).

A quantidade de nutrientes utilizados para a manutenção e produção de leite é definido pelo consumo de matéria seca e digestibilidade da dieta fornecida a vaca (NRC, 2001). Segundo Sniffen et al. (1993), a deficiência de nitrogênio ruminal, na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos afeta o consumo de matéria seca negativamente, pois é observado menor multiplicação da microbiota ruminal, diminuindo assim também, a digestibilidade da fibra (Broderick, 2003).

Em experimentos realizados por Bargo et al. (2002) e Kolver et al. (1998), foi observado que vacas em lactação produziram 25% e 34% de leite a mais, respectivamente,

em confinamento total, quando comparadas as vacas mantidas em pastejo, recebendo suplementação concentrada. A diferença de produção é explicada pela suplementação de animais em pastejo não atender principalmente as exigências de energia, pela observação de menor ingestão de matéria seca e ainda porque os animais em pastejo apresentam maior gasto energético com a locomoção (Agnew et al., 2000).

2.2 Palma forrageira *Nopalea cochenillifera* na alimentação de vacas leiteiras

A palma forrageira é originária do México. No Brasil, sua introdução ocorreu no final do século XVIII (Simões et al., 2005), adaptou-se bem na região semiárida do Brasil, suportando grandes períodos de estiagem devido suas características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (Santos et al., 2006). Inicialmente, a palma foi destinada à criação de cochonilha (*Dactylopius coccus*) para produção de corante (Lira et al., 2006). Depois, passou a ser usada como planta ornamental, e no início do século XX, como forrageira utilizada na alimentação de animais (Albuquerque, 2000).

A palma forrageira *Nopalea cochenillifera* (miúda ou doce) é a espécie que apresenta elevado nível de carboidratos solúveis, sendo então considerada dentre as outras espécies a que apresenta maior palatabilidade e digestibilidade (Santos et al., 1992).

De acordo com Neves et al. (2010), a palma forrageira é uma ótima fonte de alimento para ruminantes devido ao seu valor nutricional (Tabela 1), possui altos valores de carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais, sendo considerada um alimento energético, com baixos valores de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN), devendo ser associada a outros alimentos proteicos e fibrosos.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*), segundo diversos autores (% da MS)

Autores	MS	PB	FDN	FDA	CNF	MM
Santos et al. (2001)	12,0	6,3	-	-	-	-
Goes Neto (2014)	12,8	7,9	35,0	14,8	-	17,0
Silva et al. (2018)	9,4	6,0	26,2	-	-	11,9
Oliveira et al. (2018)	10,9	4,4	24,3	14,6	53,4	15,6
Monteiro et al. (2019)	15,0	3,5	25,7	-	57,4	9,0
MÉDIA	12,0	5,6	27,8	14,7	55,4	13,4

MS= matéria seca; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CNF= carboidratos não fibrosos; MM= matéria mineral;

Batista et al. (2003), analisando a composição mineral da palma, relataram, principalmente, o elevado teor de Potássio ($50\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de MS) e cálcio (18 a $57\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de MS), salientando que podem haver variações decorrente da espécie, local de cultivo e do estado fisiológico do cladódio.

A palma forrageira não é recomendada para alimentação animal de forma exclusiva na dieta, pois, possui baixo teor de matéria seca e proteína, sendo necessário seu uso substituindo parcialmente forrageiras tradicionais ou em conjunto com outros alimentos ricos em fibras e proteínas (Mahouachi et al., 2012). Entretanto, é um alimento de grande importância para regiões mais áridas, ou para época de escassez hídrica, onde pode suprir grande parte das necessidades de água dos animais (Lopes et al., 2019). Sendo outra grande vantagem, não necessitar de processos de conservação, pois a palma pode permanecer no campo por anos até o momento de ser colhida e oferecida aos animais (Menezes et al., 2005).

Para um melhor aproveitamento dos nutrientes e melhor fermentação ruminal é recomendado que a dieta seja fornecida de maneira mais homogênea possível através da junção dos ingredientes em uma ração completa, minimizando a seleção do alimento pelo animal (Pessoa et al., 2004). Segundo Costa (2012), a palma forrageira apresenta altos teores de carboidratos não fibrosos, favorecendo a fermentação ruminal, aumentando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente aumentando o conteúdo energético das dietas.

No dia a dia da maioria das propriedades rurais é observado o uso da palma forrageira na alimentação de ruminantes de forma isolada, ou seja, a palma é colhida e transportada até o local de fornecimento (cocho) onde é picada, muitas vezes de forma manual e fornecida aos animais sem a mistura de nenhum outro ingrediente. Porém, devido suas características químicas, se usada de forma discriminada, pode causar distúrbios metabólicos nos animais (diarreia) e perda de peso (Santos et al., 1990), além de promover menor tempo de ruminação aos animais e assim haver diminuição do pH ruminal devido ao menor estímulo da produção de saliva (Soares, 2017).

Araújo et al. (2004), avaliando a substituição do milho por diferentes cultivares de palma forrageira na dieta de vacas em lactação, relatam que não houve diferença no consumo de matéria seca e nem em outras variáveis estudadas nas dietas contendo diferentes

cultivares de palma (gigante e miúda), os autores relatam ainda que não houve diferença para a digestibilidade e nem para a produção ou composição do leite.

Segundo Ferreira et al. (2009), os custos com alimentação de ruminantes podem ser reduzidos com a utilização do uso da palma forrageira, tornando-se economicamente viável, mesmo que seja observado alteração na produção de leite.

2.3 Cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras

O ambiente ruminal é beneficiado com a suplementação com volumosos de qualidade, pois propicia o desenvolvimento de bactérias celulolíticas, otimizando assim a digestão da fibra. A fibra pode ser definida como sendo a fração lentamente digestível ou indigestível dos alimentos, e pode limitar a ingestão de acordo com o espaço que ocupa no trato gastrintestinal, porém, a sua falta pode ocasionar redução no pH do rúmen, diminuição da fermentação e distúrbios metabólicos (Mertens, 1997).

No rebanho leiteiro os volumosos representam de 40 a 80% da matéria seca (MS) da dieta, sendo representativo o seu custo na alimentação, pois a qualidade deste volumoso tem ligação direta com a quantidade e formulação de ração concentrada que será ofertada para balanceamento da dieta (Mendonça et al., 2004).

A utilização da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) para alimentação de bovinos é antiga, sendo uma planta cultivada por criadores de ruminantes justamente pela sua facilidade de cultivo, baixo custo de produção, grande produção por área e colheita coincidindo com o período seco do ano (Rodrigues, 1999). Em regiões com condições adequadas para o cultivo da cana-de-açúcar, a produtividade pode superar 40 toneladas de matéria seca por hectare.ano⁻¹ (Voltolini et al., 2012).

Oliveira et al. (1998), analisando a composição química de diferentes variedades de cana-de-açúcar, encontraram valores de MS entre 30 a 35%, PB entre 1,8 a 3,0%, FDN entre 45% a 56%, FDA 27% a 35% e energia bruta (EB) entre 4,2 a 4,6 kcal/kg.

A cana-de-açúcar é uma excelente alternativa como forragem, pois além da alta produtividade, coincide de estar madura no período do inverno, apresentando grande acúmulo de sacarose, podendo ser utilizada na alimentação animal in natura, ou armazenada na forma de silagem (Rezende et al., 2011).

No entanto, existem limitações de seu uso na alimentação de bovinos, principalmente no consumo de matéria seca, pois esta forragem apresenta baixa digestibilidade de FDN e parede celular altamente lignificada, limitando o consumo por

enchimento físico no rumem (Siqueira, 2012; Magalhães et al., 2006). Outras limitações, são o baixo teor de proteína, alto teor de carboidratos solúveis, baixa concentração pós-ruminal de aminoácidos e de glicose, aumento na quantidade de protozoários no rúmen e o desbalanço de minerais (Preston, 1982).

Para Costa et al. (2005), a baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar pode ser amenizada com a diminuição de seu uso na dieta, aumentando a participação de ração concentrada. Entretanto, esses autores salientam que além do aumento no custo da dieta, deve-se ter cuidado no uso de concentrado na dieta, pois seu excesso pode causar distúrbios metabólicos com a diminuição do pH ruminal, causando uma acidose ruminal, ou até mesmo a morte em casos mais severos, pois a cana-de-açúcar apresenta alto teor de carboidratos prontamente fermentáveis.

Souza et al. (2015) testaram teores crescentes de ureia (0,0; 0,5 e 1,0%) na matéria natural da cana-de-açúcar para vacas em lactação, relatando que não houve efeito da sobre a produção e composição do leite, sendo a eficiência alimentar melhor com a utilização de ureia, onde, a dieta com 1,0% de ureia apresentou o melhor custo alimentar. Aquino et al. (2007), utilizando como volumoso a cana-de-açúcar contendo 0, 0,75 e 1,5% de ureia na MS total, também relatam não terem encontrado diferença na produção e composição do leite.

Magalhães et al. (2004), trabalhando com vacas holandesas de 24,43 kg.dia⁻¹ de produção média de leite, testaram a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar nas proporções 0; 33,3; 66,6 e 100% na dieta, sendo a proporção volumoso:concentrado de 60:40, relatam efeito linear decrescente para produção de leite, porém, sem alteração da composição, redução linear do consumo de MS, e redução dos custos de produção, concluindo ser viável a substituição de 33% da silagem de milho na dieta.

III. REFERÊNCIAS

- AGNEW, R.E.; YAN, T. Impact of recent research on energy feeding systems for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v. 66, n. 3, p. 197-215, 2000.
- ALBUQUERQUE, S.G. de. Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco. **Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2000.
- ALMEIDA, H.A.; PINTO, I.O.P.; SANTOS NETO, J.A. Diagnóstico e alternativa da revitalização da palma forrageira no semiárido paraibano. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 4, p. 1346-1359, 2018.
- AQUINO, A.A.; BOTARO, B.C.; IKEDA, F.S. et al. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, p.881-887, 2007.
- ARAÚJO, P.R.B.; FERREIRA, M.D.A.; BRASIL, L.H.D.A.; SANTOS, D.C.D.; LIMA, R.M.B.; VÉRAS, A.S.C.; AZEVEDO, M.D. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1850-1857, 2004.
- BARBOSA, V. V.; DE SOUZA, W. M.; GALVÍNIO, J. D.; SOBRAL, M. D. C. M. Influência da variabilidade climática na produção de leite na região semiárida do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, 2018.
- BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 2948-2963, 2002.
- BARRETO, A.F.; BARBOSA, J.K.A. Mecanismos de resistência à seca que possibilitam a produção em condições do semi-árido nordestino. **Anais...** 3º Simpósio brasileiro de captação de água de chuva no Semiárido, Areia, PB, Brasil, ABCMAC. 9p, 2001.
- BATISTA A.M.V.; MUSTAFA A.F.; SANTOS G.R.A.; CARVALHO F.F.R.; DUBEUX J.C.; LIRA M.A.; BARBOSA S.B.P. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **J. Journal of Agronomy and crop Science**. 189:123-126. 2003.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.**, v.86, p.1370- 1381, 2003.

CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, G.M.F.; LOPES, M.N.; XIMENES, L.J.F. Cultivo da palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, v.7, n. 3, p. 1-7, 2013.

CORDOVA-TORRES, A.V.; COSTA, R.G.; ARAÚJO FILHO, J.T.; MEDEIROS, A.N.; ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. Meat and Milk quality of sheep and goat fed with cactus pear. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 18, n. 11-31, 2017.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.D.S.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R. F.D.; MENDONÇA, S.D.S.; SOUZA, D.D.P.; TEIXEIRA, M.D.P. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2437-2445, 2005.

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

FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, p. 322-329, 2009.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B.G.; DA SILVA, J.B.A.; MORAIS, J.H.G.; DE LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 2014.

GÓES NETO, PED. 'Desempenho de cabras leiteiras alimentadas com diferentes espécies de cactáceas', **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2014.

KOLVER, E.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A.; CASSIDY, T.J. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 7, p. 2017-2028, 1998.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX, J.C.B.; FARIAS, I.; CUNHA, M.V.; SANTOS, D.C. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*): ênfase em manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ; UFRPE, 2006. 22 f.

LOPES, L.A.; CARDOSO, D.B.; CAMARGO, K.S.; SILVA, T.G.P.; SOUZA, J.S.R.; SILVA, J.R.C.; MORAIS, J.S.; ARAÚJO, T.P.M. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v.13, n.2, p.1-10, 2019.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. D. S.; CABRAL, L. D. S.; MELLO, R.; FREITAS, J. A. D.; TORRES, R. D. A.;... ASSIS, A. J. D. Cana-de-açúcar em

substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 591-599, 2006.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.D.S.; VALADARES FILHO, S.D.C.; TORRES, R.D.A.; MENDES NETO, J.; ASSIS, A.J.D. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1292-1302, 2004.

MAHOUACHI, M.; ATTI, N.; HAJJI, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. inermis) for dairy goats and growing kids: impacts on milk production, kid's growth, and meat quality. **The Scientific Journal**, p. 4, 2012.

MENDONÇA, S.D.S.; CAMPOS, J.M.D.S.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.D.P.; ... PEREIRA, M.L.A. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 481-492, 2004.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SOUZA, F.J. **Produtividade da palma em propriedades rurais**. A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 129 – 142, 2005.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MONTEIRO, C.C.F.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; GUIDO, S.I.; ALMEIDA, M.P.; SILVA, R.C.; INÁCIO, J.G. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, 59(3):479-485. 2019.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N. Sazonalidade na produção e qualidade de plantas forrageiras. In: Prado, I. N. (ed.) **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne**. Eduem, Maringá, Paraná, Brasil, 2010.

NATIONAL research council – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington DC: National Academic Press, 2001. 381p.

NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D. dos; VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.L. de; MORAES, S.A. de; ARAGÃO, A.S.L. de; COSTA, C.T.F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 7 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62).

NOVAES, L.P. Confinamento para bovinos Leiteiros. In: Peixoto et. al. **Bovino cultura Leiteira; Fundamentos da Exploração Racional**. Piracicaba: FEALQ. 171 – 297, 1993.

OLIVEIRA M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.; CASAGRANDE, A.A. Efeito de variedades de cana-de-açúcar sobre a composição químico-bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 35, p. 275-277, 1998.

OLIVEIRA, J.P.F.; FERREIRA, M.A.; ALVES, A.M.S.V.; MELO, A.C.C.; ANDRADE, I.B.; URBANO, S.A.; . . . BARROS MELO, T.T. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 31(4):529-536. 2018.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. **Novilhas leiteiras** (Vol. 1). Fortaleza, Ceará: Graphiti Gráfica e Editora Ltda, 2010.

PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, L. E.; LIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, A. E. V. N.; SOSA, M. Y.; AZEVEDO, M.; MIRANDA, K. F. M.; SILVA, F. M.; MELO, A. A. S.; LOPEZ, O. R. M. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. **Archivos de Zootecnia**, v. 53, n. 203, p. 309-320, 2004.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal Animal Science**, v.54, n.4, p.877-883, 1982.

REIS, R.P.; MEDEIROS, A.L.; MONTEIRO, L.A. Custos de produção da atividade leiteira na região sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 3, n. 2, 2001.

RESENDE, J. D.; FREITAS, A. F.; PEREIRA, R. A. N.; SILVA, H. C. M.; PEREIRA, M. N. Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 1053-1061, 2016.

REZELMAN, J. A. History of Barns. **The crooked lake review**, 1993.

REZENDE, A.A.S.; PASCOAL, L.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; GONÇALVES, J.S.; OLSZEWSKI, N.; BEZERRA, A.P.A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1031–1039, 2011.

RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.65-75.

SANTOS M.V.F.; LIRA M.A.; FARIAS I.; HÉLIO A.; BURITY H.A.; TAVARES FILHO J.J. Efeito do período de armazenamento pós colheita sobre a matéria seca e composição química das palmas forrageiras. **Pesquisa Brasileira Agropecuária**. 27:777-783. 1992.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; ANDRADE LIRA, M. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). **Revista brasileira zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 12-17, 2001.

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I. LIRA, M. de A. SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P de; COELHO, R. S. B; DIAS, F. M.; MELO, J. N de: **Manejo e utilização da palma**

forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. Recife, IPA, (IPA- Documento 30), 48p.2006.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira Gigante, Redonda (*Opuntia ficus indica* Mill.) e miúda (*Napolea cochenillifera* Salm-dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.

SILVA, L.P.C.; ARAÚJO, A.E. de; PEREIRA, D.D.; ARAÚJO, A.M.R.B. de. Convivência com o Semiárido: a ameaça da escassez da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) frente aos processos produtivos de camponeses do Cariri Paraibano. **Revista Semiárido de Visu**, v. 5, n. 2, p. 104-113, 2017.

SILVA, R.C.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; SANTOS, D.C.; GAMA, M.A.S.; CHAGAS, J.C.C.; . . . PEREIRA, L.G.R. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, 48(3):516-525. 2018.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. Introdução da palma forrageira no Brasil. IN: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). In: **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 13-26.

SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M. de T.P.; MORETTI, M.H.; BENATTI, J.M.B.; RESENDE, F. D de. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal.** v.13, n.4, p.991-1008, 2012.

SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, 1993.

SOARES, M. S. Palma forrageira: aspecto do cultivo e desempenho animal. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa**, v. 14, n. 4, p. 6041-6055, 2017.

SOUZA, R.C.; REIS, R.B.; LOPEZ, F.C.F.; MOURTHE, M.H.F.; LANA, A.M.Q.; BARBOSA, F.A.; SOUSA, B.M. Efeito da adição de teores crescentes de ureia na cana-de-açúcar em dietas de vacas em lactação sobre a produção e composição do leite e viabilidade econômica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, p. 564-572, 2015.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; CAMPOS, O.D.; RESENDE, J.C. Produção de leite de vacas holandesas em confinamento ou em pastagem de coast-cross. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1228-1244, 1996.

VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J. G. D.; SILVA, W. E. D. L.; NASCIMENTO, J. M. L. D.; QUEIROZ, M. A. Á.; OLIVEIRA, A. R. D. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 894-901, 2012.

IV OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

- Avaliar diferentes níveis de inclusão de palma forrageira em dietas para vacas leiteiras confinadas.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes,
- Avaliar o desempenho produtivo e composição do leite,
- Avaliar o balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana,
- Avaliar o comportamento ingestivo,
- Avaliar o consumo de água,
- Avaliar teores de colesterol do leite,
- Analisar a viabilidade econômica.

V MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Comitê de ética

O experimento foi conduzido de acordo com as normas do Comitê de ética para o Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Juvino Oliveira, localizado no município de Itapetinga, sob o número de aprovação 202/2020.

5.2 Local, clima e período experimental

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Valeu Boi, localizada no município de Encruzilhada - BA, sob as coordenadas: latitude 15° 31' 49" Sul, longitude 40° 54' 37" Oeste e altitude de 915 metros.

O experimento de campo ocorreu entre o período de 01 de novembro de 2020 a 23 de janeiro de 2021, com duração de 84 dias.

Tabela 2. Temperaturas máximas (Tmax), mínimas (Tmin) e precipitação pluviométrica total, por período, observadas durante a fase experimental

Variáveis	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Média
Tmax (°C)	25,7	26,5	28,8	29,0	27,5
Tmin (°C)	17,1	17,4	16,8	17,4	17,2
Precipitação (mm)	346	10	2	25	95,8

°C= graus celsius; mm= milímetros.

5.3 Delineamento experimental

Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de $3/4$ a $5/8$ H x Z), de terceira ou quarta lactação, com produção média anterior de 5.000 kg ajustada para 300 dias, com peso corporal médio de $535,67 \pm 70,80$ kg. As vacas foram selecionadas no início do período experimental estando entre 80 e 120 dias em lactação. Os animais foram distribuídos em 2 Quadrados Latinos 4 x 4, constituídos por 4 períodos de 21 dias cada e 4 dietas, onde os primeiros 16 dias foram considerados de adaptação ao

manejo e às dietas e os 5 últimos dias para coleta de dados e material para análises de laboratório.

5.4 Tratamentos e composição das dietas

Foram formuladas 4 dietas com diferentes níveis de inclusão de palma forrageira na dieta total, sendo:

- 0% = Controle (sem inclusão de palma forrageira na dieta);
- 16% = Inclusão de 16% de palma forrageira na matéria seca da dieta;
- 32% = Inclusão de 32% de palma forrageira na matéria seca da dieta;
- 48% = Inclusão de 48% de palma forrageira na matéria seca da dieta.

O volumoso utilizado foi à cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), variedade RB 72-454, tratada com 1% da mistura de ureia e sulfato de amônia (9:1), com base na matéria natural. Seguindo as recomendações de Santos et al. (2011), foi realizada a adaptação de 7 dias antes do início do experimento, onde as vacas receberam o volumoso contendo apenas 0,5% da mistura de ureia, objetivando a adaptação a este constituinte adicionado ao volumoso, prevenindo com isso uma eventual intoxicação.

A palma forrageira utilizada foi a *Nopalea cochenillifera* (palma miúda ou doce), que foi colhida manualmente, transportada e armazenada em galpão coberto, com quantidade suficiente para o preparo de uma dieta durante o período de uma semana. No momento de fornecer aos animais, foi utilizado um picador de palma com objetivo de fragmentar a mesma e expor a mucilagem, possibilitando uma melhor homogeneização da dieta, diminuindo a seletividade no consumo.

As dietas totais foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas, objetivando conter nutrientes para atender as exigências de manutenção, ganho de peso corporal de 0,15 kg.dia⁻¹ e produção de 20 kg de leite.dia⁻¹ ajustada para 4% de gordura de acordo com a tabela de exigências do NRC (2001), tendo como base para o balanceamento da dieta os dados da composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados (cana-de-açúcar, palma forrageira, milho e farelo de soja) realizada antes de cada período experimental para formulação das dietas.

Os animais foram alocados em baias individuais de 16 m², cobertas, providas de cochos e bebedouros individuais de polietileno com capacidade de 100 litros de água, abastecido automaticamente, porém, nos dias destinados a avaliação, o abastecimento de água foi realizado de forma manual, podendo assim ser quantificado o volume de água ingerido pelos animais. As dietas foram fornecidas aos animais em duas frações diárias sempre nos mesmos horários, às 7:00 e 14:00 horas, na forma de mistura completa *ad libitum*, permitindo 5% de sobras.

Na tabela 3 encontram-se as proporções dos ingredientes das dietas experimentais (% da MS).

Tabela 3. Proporção dos ingredientes da dieta com base na matéria seca

Ingredientes	Níveis de palma forrageira (%MS)			
	0	16	32	48
Palma forrageira	0,00	15,94	31,78	47,93
Cana de açúcar + ureia	60,16	54,67	48,77	33,99
Milho moído	25,06	14,30	3,06	0,00
Farelo de soja	12,79	13,94	15,24	16,93
Sal mineral ¹	1,15	1,15	1,15	1,15
Calcário	0,76	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,08	0,00	0,00	0,00

¹Composição= Cálcio 200 g; Cobalto 200 mg; Cobre 1.650 mg; Enxofre 12 g; Ferro 560 mg; Flúor (max) 1.000g; Fósforo 100 g; Iodo 195 mg; Magnésio 15 g; Manganês 1.960 mg; Níquel 40 mg; Selênio 32 mg; Sódio 68 g e Zinco 6.285 mg.

Em cada período experimental foram realizadas coletas do volumoso, dos ingredientes e dos suplementos para determinação da sua composição químico-bromatológica, e concentração média de açúcares solúveis (Brix) analisadas pelo aparelho de refratômetro (Tabela 4). A composição químico-bromatológica da dieta apresenta-se na Tabela 5.

Tabela 4. Composição químico-bromatológica dos ingredientes da dieta

Nutrientes	Ingredientes (%MS)			
	Palma forrageira	Cana-de-açúcar + ureia	Milho moído	Farelo de soja
BRIX ¹		20,42		
MS ¹	13,18	29,22	88,72	89,46
PB ²	8,88	11,99	9,76	49,71
FDNcp ³	18,28	45,61	13,80	9,45
EE ⁴	5,92	1,47	4,81	3,65
MM ⁵	10,74	2,11	1,40	1,08
CNF ⁶	56,18	38,82	70,23	36,11
FDA ⁷	15,02	32,33	6,88	1,38
FDNi ⁸	15,43	24,97	2,07	1,19
Lignina ⁹	2,10	6,14	3,92	1,23
NDT ¹⁰	73,59	62,87	85,3	79,04

¹MS= Matéria seca; ²PB= Proteína bruta; ³FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴EE= Extrato etéreo; ⁵MM= Matéria mineral; ⁶CNF= Carboidrato não fibroso; ⁷FDA= Fibra em detergente ácido; ⁸FDNi= Fibra em detergente neutro indigestível; ⁹LIG= Lignina; ¹⁰NDT= Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 5. Composição químico-bromatológica da dieta total

Nutrientes	Níveis de palma forrageira (%MS)			
	0%	16%	32%	48%
MS ¹	51,25	43,23	34,79	31,39
PB ²	16,02	16,30	16,54	16,75
FDNcp ³	32,11	31,14	29,92	25,86
EE ⁴	2,56	2,94	3,30	3,96
MM ⁵	1,76	3,22	4,65	6,05
CNF ⁶	45,59	45,27	44,44	46,24
FDA ⁷	21,35	21,25	20,96	18,42
FDNi ⁸	15,69	16,57	17,33	16,08
Lignina ⁹	4,83	4,42	3,97	3,30
NDT ¹⁰	69,31	69,32	68,70	70,02

¹MS= Matéria seca; ²PB= Proteína bruta; ³FDNcp= Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴EE= Extrato etéreo; ⁵MM= Matéria mineral; ⁶CNF= Carboidrato não fibroso; ⁷FDA= Fibra em detergente ácido; ⁸FDNi= Fibra em detergente neutro indigestível; ⁹LIG= Lignina; ¹⁰NDT= Nutrientes digestíveis totais.

5.5 Produção de leite

A produção de leite foi avaliada do 17º ao 21º dia de cada período experimental, sendo realizadas duas ordenhas diárias, às 05:00 e 17:00 horas, quando imediatamente após as ordenhas o leite foi pesado em balança digital com precisão de 5g e capacidade para 30 kg.

Foram coletadas amostras de leite (200 mL) de cada animal no 19º dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e tarde, fazendo amostras compostas de acordo com a produção de leite para determinação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, utilizando o aparelho digital Lactoscan®. Uma segunda amostra de aproximadamente 250 mL foi reservada para análises de colesterol, alantoína e ureia, que foi devidamente acondicionada em frasco plástico com tampa rosqueável e mantida em temperatura a -20°C. Posteriormente, essa amostra foi descongelada a temperatura ambiente, sendo retirada uma alíquota de leite, que foi desproteïnizada com ácido tricloroacético (10 mL de leite misturados em 5 mL de ácido tricloroacético a 25%), e filtrada em papel filtro, para realização das análises de alantoína e ureia.

A produção de leite corrigida (PLC) para 4,0% de gordura foi estimada de acordo com o modelo proposto pela NRC (1989), pela seguinte equação:

$$PLC = (0,4 \times PL) + (15 \times \% GL)$$

Em que, PLC= Produção de leite corrigido para 4,0% de gordura, %GL= Teor de gordura do leite e PL= Produção de leite em kg.dia⁻¹.

5.6 Avaliação do consumo, digestibilidade e ganho de peso

Para determinar o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes pelos animais, o alimento oferecido e as sobras de cada animal foram pesados do 17º ao 21º dia de cada período experimental, e por diferença foi encontrado o consumo.

Foram coletadas aproximadamente 300 g de fezes diretamente da ampola retal, quatro vezes, às 08:00 horas no 18º e 20º dia e às 15:00 horas no 19º e 21º dia de cada período experimental (Vagnoni et al., 1997). As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20°C. Ao término dos períodos de coletas, as amostras de fezes

foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 a 96 horas e, posteriormente, moídas em moinho do tipo Willey com peneira de malha de 1 e 2 mm e armazenadas para posteriores análises.

Foi utilizado como marcador interno o FDNi (fibra em detergente neutro indigestível), de acordo com a metodologia descrita por Detmann et al. (2012) que consiste na incubação ruminal de 0,5 g de amostra seca ao ar de alimentos, sobras e fezes, moídas a 2 mm, amostradas em duplicata utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 (100g.m²), 5 x 5 cm, por um período de 288 horas. Após o período de incubação, as amostras foram retiradas do rúmen, lavadas em água corrente e secas por 72 horas em estufa de ventilação forçada com temperatura média de 60°C. Posteriormente, o material foi submetido à extração com detergente neutro, seguindo a metodologia de Mertens (2002), e o material remanescente foi considerado como parte indigestível (FDNi). Utilizado também para estimativa de produção fecal.

A digestibilidade aparente dos nutrientes (D) foi determinada pela fórmula descrita por Silva e Leão (1979):

$$D = [(kg \text{ nutriente ingerido} - kg \text{ nutriente excretado}) / kg \text{ nutriente ingerido}] \times 100$$

Os animais foram pesados nos três primeiros e dois últimos dias de cada período experimental, para acompanhamento do peso corporal, sendo realizada com auxílio da balança de curral com capacidade para 3.000kg.

O ganho de peso médio diário foi obtido por meio da diferença entre o peso inicial e final de cada animal durante o experimento, em seus respectivos tratamentos.

5.7 Análises químico-bromatológicas

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas (LABMESQ), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus de Itapetinga.

Em cada período experimental, amostras de volumoso, concentrado e fezes foram coletados e acondicionados em sacos plásticos e em seguida armazenados em freezer à temperatura de -20°C para posteriores análises químico-bromatológicas.

Ao término do período de coleta, as amostras foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 a 96 horas até atingir peso constante, e posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey utilizando peneira de malha de 1 mm de diâmetro para análises de composição bromatológica e de 2 mm para análise “*in situ*”. Em seguida, foram acondicionadas em recipiente plástico com tampa, previamente identificados, e armazenados para posteriores análises.

Para determinar a composição química das amostras de volumoso, suplemento e das fezes foi utilizada a metodologia descrita por Detmann et al. (2012). As amostras foram analisadas para a obtenção dos teores de: matéria seca (MS), segundo o método INCT– CA G-001/1; matéria mineral (MM), segundo o método INCT– CA M-001/1; proteína bruta (PB), segundo o método INCT–CA N-001/1; extrato etéreo (EE), segundo o método INCT–CA G-004/1; fibra em detergente neutro (FDN), segundo o método INCT–CA F002/1; e correções para proteína e cinzas (FDNcp), respectivamente, segundo o método INCT–CA N-004/1 e INCT–CA M-002/1; fibra em detergente ácido (FDA), segundo o método INCT–CA F-004/1; correções para proteína e cinzas (FDAcp), respectivamente, segundo o método INCT–CA N-005/1 e INCT–CA M-003/1; lignina, segundo o método INCT– CA F-005/1; Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), segundo o método INCT– CA F-009/1.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) das amostras que não continham ureia foram calculados pela equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010):

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

Em que: %PB= teor de proteína bruta; %EE= teor de extrato etéreo; %Cinzas= teor de cinzas e %FDNcp= teor de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) das amostras, que continham ureia, foram calculados pela equação proposta por Hall (2000), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PBU} + \% \text{U}) + \% \text{MM} + \% \text{EE} + \% \text{FDNcp}].$$

Em que: %PBU= teor de proteína bruta oriunda da ureia e %U= teor de ureia

A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação proposta por Sniffen et al., (1992), utilizando-se a seguinte fórmula:

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

Foi realizado o fracionamento dos carboidratos. As frações A + B1 foram obtidas a partir da diferença entre CT e FDNcp e a fração B2, que correspondem à fração disponível da fibra, será obtida pela diferença entre a FDNcp e FDNi. A fração C, foi obtida pela FDNi indigestível após 288 horas de incubação in situ.

Para determinar o fracionamento de proteína, foi utilizado o método do ácido tricloroacético (TCA), metodologia do INCT-CA nº 002/1, segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012). A fração B3 da proteína (proteína de lenta degradação) foi determinada através da diferença entre NIDN e NIDA, a fração C (proteína indigestível) foi obtida pelo teor de NIDA e a proteína verdadeira de degradação rápida e intermediária (fração B1 + B2), pela diferença entre as frações A, B3 e C, utilizando a seguinte fórmula:

$$B1 + B2 = 100 - (NNP + (NIDN - NIDA) + NIDA)$$

Em que NNP= teor de nitrogênio não proteico; NIDN= teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e NIDA= teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001), onde:

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

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

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) da composição das dietas foram obtidos através da fórmula sugerida pelo NRC, (2001):

$$\%NDT = \%CNFd + \%PBd + (\%AGd \times 2,25) + \%FDNnd - 7$$

Em que: CNF-d = carboidratos não fibrosos digestíveis, PBd = proteína bruta digestível, AGd = ácidos graxos digestíveis, FDNnd = fibra em detergente neutro corrigida para nitrogênio digestível; o valor 7 refere-se ao NDT fecal metabólico, ou seja, à correção utilizada, uma vez que as frações digestíveis dos alimentos consideradas para o cálculo do NDT referem-se à digestibilidade verdadeira e não à aparente.

Para o cálculo do %CNFd, utilizou-se a seguinte equação:

$$\%CNFd = 0,98 \times [100 - (\%PB + \%EE + \%FDNn + \%MM)] \times PAF$$

Em que: PAF é um fator de ajuste igual a 1 para todos os outros alimentos, conforme NRC, (2001).

Para o cálculo do %PBd, foram utilizadas as equações para alimentos volumosos:

$$\%PBd = \%PB \times \exp [-1,2 \times (\%PIDA/\%PB)]$$

Para o cálculo de %AGd foram utilizadas as seguintes equações:

$\%AGd = \%EE - 1$, para $\%EE > 1$, sendo que, para alimentos com teores de $EE < 1$, $AGd = 0$

Para o cálculo de %FDNcpd utilizou-se a equação:

$$\%FDNcpd = 0,75 \times (\%FDNn - \%LIG) \times [1 - (\%LIG/\%FDNn) \times 0,667]$$

Em que: $\%FDNn = \%FDNcp - \%PIDN$, conforme (NRC, 2001).

5.8 Balanço de compostos nitrogenados

No 18º dia de cada período experimental foram coletadas amostras de sangue diretamente da veia mamária utilizando tubos Vacutainer™ de 10 mL com heparina sódica como anticoagulante. O sangue coletado foi imediatamente centrifugado a

1500rpm por 15 minutos, e o plasma acondicionado em tubos tipo eppendorf de 2 mL, congelados à temperatura de -20°C para posterior análise das concentrações de ureia.

No mesmo dia, foram obtidas amostras “spot” de urina durante micção espontânea, quatro horas após alimentação dos animais conforme descrito por Valadares et al. (1999). Após a coleta, as amostras de urina foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída em 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) para posteriores avaliações das concentrações de creatinina, ureia, ácido úrico e alantoína.

A concentração de ureia no plasma, na urina e no leite desproteínizado e as concentrações de creatinina e ácido úrico na urina foram determinadas utilizando-se kits comerciais Bioclin®, segundo orientações do fabricante. A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico (N-ureico) foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,466.

A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina coleta spot foi de 24,05 (mg.kgPV⁻¹), recomendado por Chizzotti et al. (2007) para vacas leiteiras confinadas. O volume urinário, foi estimado a partir da razão entre a excreção diária de creatinina (mg.kgPV⁻¹), dividido pela concentração média de creatinina (mg/L) na urina spot, multiplicando-se pelo respectivo peso corporal (PC) do animal, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$VU = (24,05 / CRE \text{ mg/L}) \times PC$$

Em que: VU= volume urinário; CRE= creatinina mg/L e PC= peso corporal kg.

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

$$PA = ((PT - (0,385 \times PC^{0,75})) / 0,85$$

Em que: PA= purinas absorvidas (mmol/dia); PT= purinas totais (mmol/dia); 0,385= excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho

metabólico; PC_{0,75}= peso metabólico e 0,85= recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen N_{mic} (g.dia⁻¹) foi calculada em função do PA (mmol.dia⁻¹), segundo a equação de Chen & Gomes, (1992):

$$N_{mic} \text{ (g.dia}^{-1}\text{)} = (70 * PA) / (0,116 * 0,83 * 1000)$$

Em que: 70= conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg.mmol); PA= purinas absorvidas; 0,83= digestibilidade das purinas microbianas e 0,116= relação de N-purina:razão N_{total} nas bactérias ruminais.

A estimativa de síntese de PB microbiana (PBM) foi obtida multiplicando-se a N_{mic} por 6,25 enquanto a eficiência de síntese de proteína microbiana foi determinada pela seguinte fórmula:

$$EPBM \text{ (g.kg.dia}^{-1}\text{)} = PBM \text{ (g)} / CNDT \text{ (kg.dia}^{-1}\text{)}$$

Em que: CNDT= consumo de nutrientes digestíveis totais.

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado nas fezes, na urina e no leite. A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi realizada segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

5.9 Análise de colesterol do Leite

A extração, detecção, identificação e quantificação do colesterol das amostras de leite foram realizadas seguindo metodologia descrita por Bauer et al. (2014).

Para extração da matéria insaponificável das amostras de leite útil, foi utilizado 10 mL de leite e adicionada 8 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (p/v) e 12 mL de álcool etílico P.A. Logo após, foi agitado em aparelho vórtex por 1 minuto, em seguida a mistura ficou em repouso durante 22 horas sem a presença de luz e à temperatura ambiente para que a reação de saponificação ocorresse de forma completa.

Após este período, foram adicionados às amostras 10 mL de água destilada e 10 mL de hexano P.A, e a mistura foi novamente agitada em vórtex por 5 minutos. Quando ocorreu completa separação de fases, a fase hexânica foi coletada e transferida para um balão, em seguida evaporada a temperatura ambiente em evaporador rotativo, e o resíduo obtido foi diluído em 2,5 mL de acetonitrila e isopropanol na proporção de 95:5 (fase móvel). O resíduo diluído na fase móvel foi filtrado através de membrana de fluoreto de polivinilideno (PVDF) com diâmetro do poro de 0,22 µm e analisado em Cromatógrafo líquido de Alta Eficiência (SHIMADZU) equipado com degaseificador (DGU – 20 A5R) e duas bombas (LC-20 AR) com detector UV-Visível (SPD – 20 A).

A coluna analítica utilizada foi C18, 250 mm x 4,6 mm x 5 µm. A fase móvel constituirá de acetonitrila: isopropanol (95:5), na vazão de 2 mL/min, sendo o tempo de análise de 20 minutos. Os cromatogramas foram processados a 202 nm. A identificação do colesterol foi realizada, por meio da comparação do tempo de retenção das amostras com o padrão e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos, por padronização interna, utilizando-se 6-cetocolesterol como padrão interno.

5.10 Comportamento ingestivo

Todos os animais foram submetidos a períodos de observação visual para avaliar o comportamento ingestivo durante 24 horas. A observação das atividades de alimentação, ruminação e ócio ocorreram do 20º ao 21º dia de cada período experimental, registradas a cada cinco minutos de intervalo, conforme recomendado por Gary et al. (1970).

Para determinação do número de mastigações meréricas e do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, foram feitas anotações de quatro bolos ruminados, com auxílio de cronômetro digital de todos os animais do experimento, em três períodos distintos do dia (03-05; 11-13 e 19-21 horas). Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

A eficiência de alimentação (EAL), eficiência de ruminação (ERU), número de bolos ruminados por dia (NBR), tempo de mastigação total por dia (TMT) e número de mastigações meréricas por dia (NMMnd) foram obtidos segundo metodologia descrita por Bürger et al., (2000).

Foi considerado o consumo voluntário de MS e FDNc para avaliar as eficiências de alimentação e ruminação em relação à quantidade em gramas de MS e FDN por unidade de tempo e por período de alimentação. O número de bolos ruminados diariamente foi obtido pela divisão do tempo total de ruminação (minutos) pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo.

As eficiências de alimentação e ruminação serão obtidas da seguinte forma:

- $EA = CMS/TAL$
- $EAFDNc = CFDNc/TAL$
- $ERU = CMS/TRU$
- $ERUFDNc = CFDNc /TRU$

Em que: EA= eficiência de alimentação; CMS= consumo diário de matéria seca (gramas de MS); TAL= tempo de alimentação (horas); EAFDNc= eficiência do consumo de FDNc; CFDNc= consumo diário de FDNc (gramas de FDNc); TRU= tempo de ruminação (horas); ERUFDNc= Eficiência de ruminação (gramas de FDNc).

5.11 Viabilidade econômica

As informações necessárias para a elaboração dos custos de produção foram coletadas junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região.

Foram consideradas para avaliação do custo de produção, as metodologias de custos operacionais utilizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (Matsunaga et al., 1976). Para produção de esterco, foi utilizada a produção fecal, calculada pela fração indigestível da MS na dieta total, para cada tratamento.

A depreciação de benfeitorias, equipamentos e animais de serviço foram estimadas pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero. Para a remuneração do capital, foi utilizada a taxa de juro real de 6% ao ano.

Foi utilizada para efeito de estudo da análise econômica, dois indicadores econômicos: o VPL (valor presente líquido) e a TIR (taxa interna de retorno). A expressão para cálculo do VPL é:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n=i} VF / (1 + R)^t$$

Em que: VPL= valor presente líquido; VF= valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n= número de fluxos; r= taxa de desconto; t= período de análise (i = 1, 2, 3...).

No cálculo do VPL, aplicaram-se 3 taxas de desconto sobre o fluxo líquido mensal de cada sistema de produção. As taxas adotadas foram 6, 9 e 12% ao ano.

Para a TIR, segundo os critérios de aceitação, quanto maior for o resultado obtido no projeto, maior será a atratividade para sua implantação. Assim, a TIR é o valor de r que iguala a zero a expressão:

$$VPL = VF_0 + \frac{VF_1}{(1 + R)^1} + \frac{VF_2}{(1 + R)^2} + \frac{VF_3}{(1 + R)^3} + \dots + \frac{VF_n}{(1 + R)^n}$$

Em que: VF= fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3,...,n); r = taxa de desconto.

Para o cálculo da TIR e VPL, foi realizada uma simulação de um ano para estudo de características econômicas, sendo computada assim a depreciação de benfeitorias e máquinas neste período.

Nas Tabelas 6, 7 e 8 estão apresentados respectivamente de forma detalhada o valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animal de serviço e terra, os dados sobre preços de insumos, serviços e dos ingredientes e concentrado utilizados no experimento.

Tabela 6. Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animais e terra, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total

Discriminação	Vida útil (dias)	Valor unitário (R\$)	Quantidade utilizada (unidade)	Valor total (R\$)
Balança de curral (3000 kg)	5475	12.250,00	1	12.250,00
Maquina trituradora de cana	5475	5.700,00	1	5.700,00
Carrinho de mão	730	285,00	1	285,00
Pá e enxada	730	148,00	1	148,00
Unidades de pequeno valor	730	98,50	1	98,50
Vacas	-	7.000,00	8	56.000,00
Benfeitorias				
Curral de ordenha	5475	10.400,00	1	10.400,00
Curral de confinamento	5475	4.000,00	1	4.000,00
Valor fixo investido	-	-		88.881,50

Tabela 7. Preços médios de insumos e serviços utilizados no experimento

Item	Unidade	Valor unitário (R\$)
Mão-de-obra	d.h ⁻¹	78,78
*Medicamentos e vacinas	mL	2,48
Concentrado (nível de inclusão de palma forrageira %) R\$/kg.MS⁻¹		
0	16	32
2,45	2,69	3,22
		48
		3,46

*Média de preços de alguns medicamentos e vacinas que foram eventualmente utilizados.

Tabela 8. Preços médios dos ingredientes na matéria seca utilizados no experimento

Ingrediente	Valor unitário (R\$.kg⁻¹)
Palma forrageira	0,28
Cana-de-açúcar + uréia	0,26
Uréia	6,20
Milho moído	1,88
Farelo de soja	3,37
Sal mineral	4,96
Calcário calcítico	0,36
Fosfato bicálcico	9,40

Na Tabela 9, encontram-se os valores de venda de leite e esterco, praticados no momento do experimento. A produção de esterco foi obtida a partir da estimativa da produção fecal, que foi calculada através da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), utilizado como indicador interno.

Tabela 9. Preço médio de venda dos produtos no período experimental

Produto	Unidade	Valor unitário (R\$)
Leite	Litros (L)	2,30
Esterco	Toneladas	78,00

5.12 Análises estatísticas

Os dados com exceção da viabilidade econômica foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o software SAS (2008).

Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “F” em nível de 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2), conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + l_i + c_j + tk(ij) + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = o valor observado da variável; μ = é a média geral; l_i = efeito da linha i; c_j = efeito da coluna j; $tk(ij)$ = efeito do tratamento k e e_{ijk} = erro aleatório (resíduo).

VI RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) decorrente do nível de inclusão de palma forrageira na dieta quanto ao consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 10), podendo ser dado este resultado pelo balanceamento e semelhança destes nutrientes entre as dietas (Tabela 5).

Tabela 10. Consumo de matéria seca e nutrientes de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Consumo	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Matéria seca (kg.dia ⁻¹)	14,97	14,96	15,89	16,38	15,55	10,54	0,255
Matéria seca (% PC)	2,85	2,81	2,96	3,03	2,91	9,91	0,432
Proteína bruta (kg.dia ⁻¹)	2,61	2,68	2,72	2,85	2,72	11,11	0,458
Extrato etéreo (kg.dia ⁻¹)	0,35	0,47	0,60	0,66	⁴	21,40	<0,001
FDNcp ⁵ (kg.dia ⁻¹)	4,94	4,94	4,96	4,51	4,84	9,74	0,201
FDNcp ⁵ (% PC)	0,94	0,93	0,93	0,84	0,91	10,25	0,140
CNF ⁶ (kg.dia ⁻¹)	7,14	6,69	7,11	7,45	7,10	10,79	0,292
NDT ⁶ (kg.dia ⁻¹)	10,32	10,78	11,44	11,99	11,13	13,23	0,154

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴ $Y = 0,0067x + 0,3592$, $R^2 = 0,9789$; ⁵Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ⁶Carboidratos não fibrosos; ⁷Nutrientes digestíveis totais.

O consumo de extrato etéreo (EE) apresentou efeito linear crescente ($P<0,05$), devido a inclusão de maiores níveis de palma forrageira na dieta (Tabela 3), combinado com seu teor de extrato etéreo observado (5,92 % na MS). Entretanto, esse aumento no EE não foi prejudicial ao consumo de matéria seca, pois no nível de inclusão de 48% de palma forrageira na dieta, o EE representou 4% do consumo total da MS, ficando abaixo do nível crítico de 5% citado por Lima et al. (2015), onde seria observado mecanismos

regulatórios que controlariam a ingestão de alimentos, pois ruminantes tem capacidade limitada em oxidar os ácidos graxos.

Segundo Van Soest (1994), o mecanismo da toxicidade dos lipídeos sobre os microrganismos do rumem está relacionado à barreira formada pelos lipídeos ao redor das partículas de alimento, prejudicando a colonização e degradação microbiana.

A inclusão de palma forrageira na dieta proporcionou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para a ingestão de água do bebedouro, representando 0,845 litros para cada unidade de palma incluída, e efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o consumo de água via dieta (água coloidal) (Tabela 11). Esses resultados inversamente proporcionais, foram observados devido à inclusão de maiores níveis de palma forrageira na dieta (Tabela 3) e consecutivamente, ao seu consumo, aliado ao seu baixo teor de MS (13,18%), reduzindo o teor de MS da dieta (Tabela 5). Entretanto, o consumo de água total não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), demonstrando o equilíbrio metabólico de água dos animais sendo ajustado com o consumo da água em função da MS da dieta.

Tabela 11. Ingestão de água (litros.dia⁻¹) pelas vacas em lactação recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Ingestão (litros.dia ⁻¹)	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Água do bebedouro	47,60	36,33	18,39	8,50	⁴	23,81	<0,001
Água coloidal	38,33	55,50	69,69	82,92	⁵	8,13	<0,001
Água total	85,93	91,83	88,08	91,42	89,31	7,22	0,242

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴ $Y = -0,8451x + 47,987$, $R^2 = 0,9878$; ⁵ $Y = 0,9247x + 39,417$, $R^2 = 0,9963$.

Segundo o NRC (2001), a ingestão de água pode ocorrer de três formas diferentes para atender à exigência metabólica dos animais: consumo voluntário de água; ingestão de água através de alimentos; e água proveniente do metabolismo dos nutrientes no organismo.

Este resultado é similar ao encontrado por Vieira et al. (2008), onde relataram o decréscimo linear da ingestão da água em experimento com níveis crescentes de palma forrageira na dieta de caprinos (37,3; 47,3; 57,2; 67,0; 76,5%). Cavalcanti et al. (2008), trabalhando com palma em substituição ao feno de capim Tifton 85 para vacas holandesas

em lactação, relata que o consumo de água via dieta aumentou, sendo então observado menor ingestão diretamente nos bebedouros. Segundo Reece (2004), com a maior ingestão de água advinda da dieta pode ser observada maior excreção de urina como mecanismo compensatório para regulação do volume circulante total de líquido no corpo.

Os diferentes níveis de inclusão de palma forrageira na dieta não proporcionaram efeito ($P>0,05$) para a digestibilidade da MS, FDNcp e NDT (Tabela 12). Mesmo sendo observado efeito linear crescente no consumo de EE (Tabela 10), esse nutriente apresentou digestibilidade similar entre os tratamentos ($P>0,05$).

Tabela 12. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Digestibilidade	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV ²	P ³
	0	16	32	48			
Matéria seca	63,35	65,35	66,62	70,20	66,38	13,37	0,488
Proteína bruta	65,94	74,60	76,94	78,67	⁴	9,50	0,010
Extrato etéreo	61,99	66,68	63,28	68,85	65,45	8,71	0,079
FDNcp ⁵	57,14	58,86	58,59	63,25	59,46	20,57	0,774
CNF ⁶	77,43	79,29	78,73	80,70	79,04	6,86	0,687
NDT ⁷	70,18	72,17	72,71	74,81	72,47	11,41	0,738

¹Equação de regressão; ²Coeficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴ $Y = 0,2533x + 67,96$, $R^2 = 0,8578$; ⁵Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ⁶Carboidratos não fibrosos; ⁷Nutrientes digestíveis totais.

Houve efeito linear crescente para a digestibilidade da PB ($P<0,05$), resultado este que demonstra a boa digestibilidade da PB da palma forrageira, pois houve a inclusão gradativa crescente desta na dieta (Tabela 3), onde cada unidade de palma acrescida à dieta, aumentou a digestibilidade da proteína bruta em 0,253 unidades percentuais.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para a produção de leite (kg.dia^{-1}), produção de leite corrigida para 4% de gordura, peso corporal, eficiência alimentar (EA) e variação de peso corporal (VPC) (Tabela 13), justificado pelas semelhanças nutricionais entre as dietas (Tabela 5), consumo e digestibilidade da MS (Tabelas 10 e 12).

Tabela 13. Desempenho de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Desempenho	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Leite (kg.dia ⁻¹)	15,28	16,07	16,08	16,17	15,90	7,20	0,394
Leite G4 (kg.dia ⁻¹)	16,60	17,27	17,95	18,04	17,46	10,43	0,379
Peso corporal	527,98	535,41	539,17	540,13	535,67	1,85	0,095
EA ⁵ (Kg leite.CMS ⁻¹)	1,23	1,28	1,11	1,28	1,22	14,39	0,208
VPC ⁶ (kg.dia ⁻¹)	-0,06	0,67	0,98	0,24	0,44	***	0,189

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴Produção de leite corrigida para 4% de gordura; ⁵Eficiência alimentar; ⁶Variação do peso corporal.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para composição do leite nas variáveis de proteína, gordura, lactose e sólidos desengordurados totais (Tabela 14). Mesmo havendo efeito no consumo de EE e digestibilidade da PB, esses resultados não foram suficientes para provocar variação na composição do leite. A semelhança encontrada na composição do leite entre tratamentos pode ser explicada pela similaridade do padrão racial dos animais entre os tratamentos (Peres, 2001).

Tabela 14. Composição do leite de vacas em lactação recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Composição (%)	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Proteína	3,06	3,07	3,07	3,06	3,07	2,26	0,999
Gordura	4,59	4,52	4,77	4,82	4,68	8,65	0,410
Lactose	4,60	4,62	4,62	4,60	4,61	1,94	0,899
Sólidos desengordurados	8,37	8,37	8,37	8,37	8,37	3,01	1,000
Colesterol (mg.100 mL ⁻¹)	6,39	5,72	6,00	4,62	5,68	22,43	0,069

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro.

Mesmo havendo aumento linear crescente para o consumo de EE (Tabela 10), sua digestibilidade foi semelhante entre as dietas, observando que o teor de gordura do leite

(Tabela 14) não foi significativo, reforçando a ausência de efeito significativo na produção de leite quando corrigido para 4% de gordura. Corroborando com os resultados encontrados por Mattos (2000), onde utilizou a palma forrageira associada a diferentes volumosos para vacas mestiças, relatando ausência de alteração no teor de gordura do leite.

Santos et al. (1992) e Santos et al. (1990), avaliando diferentes cultivares de palma (miúda, gigante e redonda) em associação com silagem de milho e em associação à silagem de sorgo, respectivamente, relataram ambos a ausência de diferença significativa na produção média diária e teor de gordura do leite, porém relataram a perda de peso dos animais.

Não houve diferença significativa para o colesterol do leite ($P>0,05$). O resultado obtido corrobora com Bauer et. al. (2014), os quais encontraram os valores entre 4,28 a 8,87 mg.100 mL⁻¹ de colesterol no leite cru. Segundo Faye et al. (2015), a concentração de colesterol está associada a concentração de gordura e ao tamanho dos glóbulos de gordura do leite. Pois o colesterol situa-se na membrana que envolve o glóbulo de gordura, constituindo o principal esteroide do leite (Fennema, 2000).

Avaliando o balanço de compostos nitrogenados, não houve diferença significativa ($P>0,05$) para N ingerido (g.dia⁻¹), N no leite (g.dia⁻¹), N urina (g.dia⁻¹), N retido (g.dia⁻¹), N retido (% N ing.), N retido (% N dig.) (Tabela 15).

A avaliação sobre o balanço de nitrogênio possibilita avaliar o animal quanto ao equilíbrio dos compostos nitrogenados, pois este é um indicativo do metabolismo proteico dos animais ruminantes e constitui um importante parâmetro na avaliação de alimentos, podendo refletir em melhor desempenho e melhor eficiência de utilização da fração proteica da dieta (Moreno et al., 2010).

Houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) para N fezes (g.dia⁻¹), este resultado e explicado pelo aumento linear na digestibilidade da PB (Tabela 12), visto que o consumo de PB e a quantidade de N ingerido (g.dia⁻¹) foi semelhante entre os tratamentos. O balanço positivo de N é indicativo de que houve retenção de proteína no organismo dos animais, sugerindo que provavelmente as exigências de proteína foram supridas (Vasconcelos et al., 2010).

Tabela 15. Balanço de compostos nitrogenados, concentrações de N (nitrogênio) ureico de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Balanço de compostos nitrogenados	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
N ingerido (g.dia ⁻¹)	417,61	428,53	435,86	456,27	434,57	11,15	0,458
N fezes (g.dia ⁻¹)	147,40	108,69	101,40	102,04	⁴	30,03	0,047
N leite (g.dia ⁻¹)	88,18	92,07	85,89	95,71	90,46	9,98	0,176
N urina (g.dia ⁻¹)	109,98	120,63	126,95	132,38	122,48	33,32	0,724
N retido (g.dia ⁻¹)	72,05	107,14	121,62	126,14	106,74	52,14	0,236
N retido (% N ing.)	16,96	23,86	27,65	27,13	23,90	51,07	0,305
N digerido (g.dia ⁻¹)	270,21	319,84	334,46	354,23	⁵	12,82	0,005
N retido (% N dig.)	22,97	31,87	35,61	35,00	23,90	54,48	0,446
N digerido (% N ing.)	65,94	74,60	76,94	78,67	⁶	9,50	0,010
Concentrações de N ureico (mg.dL⁻¹)							
N ureico no plasma	31,94	31,35	27,19	29,28	29,94	0,327	0,327
N ureico no leite	27,33	23,46	23,53	23,56	24,47	0,798	0,798

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴Y = -0,8961x + 136,39, R² = 0,7126; ⁵Y = 1,6667x + 279,68, R² = 0,9213; ⁶Y = 0,2533x + 67,96, R² = 0,8578.

Houve efeito linear crescente (P<0,05) para N digerido (g.dia⁻¹), pois foi observado menor excreção de N fezes (g.dia⁻¹) com a inclusão de palma forrageira na dieta. Também foi constatado efeito linear crescente (P<0,05) para N digerido (% N ing.), visto que este está expresso em porcentagem, em função do N ingerido (g.dia⁻¹).

Com a inclusão de níveis de palma forrageira na dieta não foi observado diferença significativa (P>0,05) para o N ureico no plasma (NUP) e N ureico no leite (NUL) (Tabela 15). Essas variáveis representam o sincronismo entre a degradação da proteína e dos carboidratos no rúmen, podendo serem usadas como estratégia efetiva para reduzir as perdas de N, melhorando o aproveitamento ou evitando seu excesso. Segundo Stoop (2007), o nível de nitrogênio ureico no leite reflete o nível de nitrogênio no sangue, pois a ureia é uma pequena molécula neutra que se difunde facilmente através das membranas.

Segundo Vasconcelos et al., (2010) e Oliveira et al., (2001), a faixa ideal das concentrações NUL e NUP estão entre 15 a 24 e 14 a 20 (mg.dL⁻¹) respectivamente, aonde valores abaixo desta faixa indicam déficit de nitrogênio dietético e valores acima indicam excesso de nitrogênio na dieta de vacas leiteiras. A concentração média de NUL e NUP encontrada (Tabela 15) foi maior quando comparada aos valores de referência citados, indicando um leve excesso de nitrogênio na dieta, esse resultado pode ser explicado pelo balanceamento das dietas serem calculados para vacas de produção média de leite de 20 kg.dia⁻¹ corrigido para 4% de gordura, porem as mesmas obtiveram produção média de 17,46 kg.leite.dia⁻¹ conforme a Tabela 13.

Butler (1998), sugeriu que o excesso de amônia no sangue pode causar efeitos negativos sobre a eficiência reprodutiva das vacas. Contudo, Bezerra et al. (2009) relataram que teor de NUL de até 26mg/dL não afetou a eficiência reprodutiva de vacas Girolandas.

O nitrogênio microbiano (g.dia⁻¹) e proteína bruta microbiana (g.dia⁻¹) apresentaram efeito linear crescente (P<0,05) (Tabela 16), esse resultado se deve pelo aumento da digestibilidade da PB com a inclusão da palma forrageira (Tabela 12), pois, as dietas foram formuladas na tentativa de serem isoproteicas e isoenergéticas (Tabela 5).

Tabela 16. Produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Item	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Síntese de N e PB microbiana (g.dia⁻¹)							
N microbiano	199,70	212,72	251,24	224,41	⁴	15,04	0,039
PB microbiana	1248,15	1329,49	1570,25	1402,56	⁵	15,04	0,039
Eficiência microbiana							
g PB.kg ⁻¹ NDT	125,56	125,08	137,56	114,76	125,74	14,88	0,152

¹Equação de regressão; ²Coeficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro; ⁴Y = 0,704x + 205,12, R² = 0,4393; ⁵Y = 4,3998x + 1282, R² = 0,4393.

À síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen associados ao pH ruminal, pois, o crescimento microbiano é

maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Pereira et al., 2011).

Segundo Batista et al. (2009), a inclusão de palma forrageira na dieta aumenta a síntese de proteína microbiana. Esse resultado é observado pela alta degradabilidade de seus nutrientes no rumem, devido a maior concentração de CNF e fibra solúvel. O aumento na eficiência da síntese de proteína microbiana também foi relatado por Barros et al. (2017), em novilhas Girolando pós-desmame alimentadas com níveis de palma forrageira.

A eficiência da síntese de proteína microbiana (g PB.kg de NDT) não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, os valores encontrados ficaram próximos do nível de 130 g de PBmic.kg⁻¹ de NDT sugerido pelo NRC (2001) e Kidane et al. (2018).

Os tempos diários (min.dia⁻¹) despendidos nas atividades de alimentação, ruminação e ócio não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão de palma forrageira na dieta (Tabela 17).

Tabela 17. Comportamento ingestivo de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Atividade	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
Alimentação (min.dia ⁻¹)	306,88	308,13	348,13	311,88	318,75	13,01	0,182
Ruminação (min.dia ⁻¹)	536,63	534,38	541,63	475,38	522,00	10,59	0,088
Ócio (min.dia ⁻¹)	596,50	597,50	550,25	652,75	599,25	14,50	0,172

¹Equação de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem; ³Probabilidade de erro.

Segundo Albright (1993), o comportamento ingestivo de vacas leiteiras pode ser influenciado pelo tipo de alimento fornecido, além da quantidade e acessibilidade ao mesmo.

Mesmo que observado uma leve diminuição no teor de FDN da dieta (Tabela 5) com a inclusão de palma forrageira na dieta, esse não foi capaz de influenciar o comportamento ingestivo, pois o consumo de FDNcp não teve efeito significativo ($P>0,05$). Esse resultado é semelhante ao encontrado por Lima (2003), que também não

observou diferença entre os tempos de alimentação e ruminação entre os tratamentos, quando substituiu o milho por palma forrageira em dietas para vacas em lactação.

Os valores observados para eficiências de alimentação da matéria seca (g.MS.h⁻¹), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (g.FDNcp.h⁻¹), nutrientes digestíveis totais (g.NDT.h⁻¹), e valores de eficiência de ruminação (g.MS.h⁻¹), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (g.FDNcp.h⁻¹) e nutrientes digestíveis totais (g.NDT.h⁻¹) não foram influenciados (P>0,05) pela inclusão de palma forrageira na dieta (Tabela 18). Esses resultados foram observados devido à semelhança entre os tratamentos na atividade de alimentação, ruminação e também no consumo de MS e FDNcp (P>0,05).

Tabela 18. Parâmetros de eficiência alimentar e mastigação merícica de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta

Eficiência Alimentar	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
EA (g.MS.h ⁻¹) ⁶	3389,74	3386,40	3596,86	3707,71	3520,18	10,54	0,256
EAFDNcp (g.FDNcp.h ⁻¹) ⁷	1119,51	1118,08	1122,08	1021,57	1095,31	9,76	0,204
EANDT (g.NDT.h ⁻¹) ⁸	2336,03	2441,30	2589,21	2714,21	2520,19	13,23	0,153
ERU (g.MS.h ⁻¹) ⁹	1535,52	1534,01	1629,35	1679,56	1594,61	10,54	0,256
ERUFDNcp (g.FDNcp.h ⁻¹) ¹⁰	507,13	506,48	508,29	462,76	496,17	9,76	0,204
ERUNDT (g.NDT.h ⁻¹) ¹¹	1058,20	1105,89	1172,89	1229,51	1141,62	13,23	0,153
TMT (min.dia ⁻¹) ¹²	843,50	842,50	889,75	787,25	840,75	10,34	0,172
NBR (nº.dia ⁻¹) ¹³	443,67	530,35	529,70	564,59	517,08	17,32	0,080
NMd (nº.dia ⁻¹) ¹⁴	30924,93	31588,41	32955,82	28687,78	31039,24	12,82	0,224
NMb (nº.bolo ⁻¹) ¹⁵	74,40	62,43	61,79	52,11	⁴	16,15	0,004
TBR (seg.bolo ⁻¹) ¹⁶	78,32	64,19	61,27	51,91	⁵	17,91	0,002

¹Equações de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem e ³Probabilidade de erro; ⁴Y = -0,4217x + 72,804, R² = 0,9116; ⁵Y = -0,5134x + 76,242, R² = 0,9407; ⁶EA - eficiência de alimentação da matéria seca; ⁷EAFDNcp - eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; ⁸EANDT - Eficiência em alimentação nutrientes digestíveis totais; ⁹ERU - eficiência de ruminação da matéria seca; ¹⁰ERUFDNcp - eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; ¹¹ERUNDT - Eficiência de ruminação em nutrientes digestíveis totais; ¹²TMT - tempo de mastigação total; ¹³NBR - número de bolos ruminados por dia; ¹⁴NMd - número de mastigações por dia; ¹⁵NMb - número de mastigações por bolo e ¹⁶TBR - tempo gasto por bolo ruminado.

Não houve efeito ($P>0,05$) para o tempo de mastigação total (min.dia^{-1}), número de bolos ruminados por dia ($\text{n}^{\circ}.\text{dia}^{-1}$), número de mastigações por dia ($\text{n}^{\circ}.\text{dia}^{-1}$), seguindo a mesma tendência dos tempos despendidos com alimentação e ruminação.

Houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o número de mastigações por bolo ($\text{n}^{\circ}.\text{bolo}^{-1}$) e tempo gasto por bolo ruminado (seg.bolo^{-1}). Mesmo não havendo diferença ($P>0,05$) para a atividade de ruminação, esse resultado pode ser explicado pela diminuição de MS e FDN na dieta com a inclusão de palma forrageira (Tabela 5).

Segundo Van Soest (1994) e Allen (1996), as características físicas e químicas da dieta, como: teor de FDN, tamanho das partículas e umidade afetam as atividades de mastigação e tempo de ruminação. Sendo que, o número de refeições, duração e a taxa de alimentação estão intimamente correlacionados com o consumo de matéria seca (Thiago et al., 1992).

Fisher (1998) descreve que o tempo gasto por animais confinados à ingerir e ruminar o alimento é maior quando o alimento é mais fibroso e quanto maior for o consumo de matéria seca. A dieta deve conter interação entre a fibra e carboidratos não fibrosos para que haja uma fermentação adequada, sendo a fibra fisicamente efetiva importante para estimular a mastigação e ruminação, e assim, com a produção de saliva, tamponar o pH e garantir as condições normais do rúmen (Slater et al., 2000).

Foi observado efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o número de períodos de alimentação (número.dia^{-1}) (Tabela 19). Mesmo não havendo diferença na alimentação (min.dia^{-1}) ($P>0,05$), a inclusão de palma forrageira alterou os teores de MS e FDN da dieta (Tabela 5), sendo estes valores suficientes para alterar o número de períodos de alimentação, ou seja, com maiores níveis de palma forrageira na dieta, as vacas visitaram o cocho menos vezes durante o dia.

De acordo com Mezzalira et al. (2011), o número de períodos e o tempo gasto por período podem apresentar semelhança, quando as dietas são homogêneas e ofertadas no mesmo horário diariamente.

Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para o número de períodos de ruminação (número.dia^{-1}), de ócio (número.dia^{-1}), tempo gasto por período alimentação (hora), ruminação (hora), e ócio (hora).

Tabela 19. Atividades comportamentais de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.

Atividades Comportamentais	Níveis de palma forrageira (% MS)				Eq. ¹	CV% ²	P ³
	0	16	32	48			
NPA (número.dia ⁻¹) ⁵	17,38	13,75	14,88	13,88	⁴	14,31	0,011
NPR (número.dia ⁻¹) ⁶	16,63	16,38	16,63	15,75	16,34	17,14	0,913
NPO (número.dia ⁻¹) ⁷	25,38	23,75	23,38	23,88	24,09	11,45	0,503
TPA (hora) ⁸	0,30	0,38	0,40	0,39	0,37	20,91	0,080
TPR (hora) ⁹	0,55	0,56	0,55	0,51	0,54	18,60	0,722
TPO (hora) ¹⁰	0,40	0,42	0,40	0,46	0,42	16,41	0,253

¹Equações de regressão; ²Coefficiente de variação em porcentagem e ³Probabilidade de erro; ⁴ $Y = -0,0586x + 16,375$, $R^2 = 0,5182$; ⁵NPA - número de períodos de alimentação; ⁶NPR - número de períodos de ruminação; ⁷NPO - número de períodos de ócio; ⁸TPA - tempo por período de alimentação; ⁹TPR - tempo por período de ruminação e ¹⁰TPO - tempo por período de ócio.

O custo total por animal foi maior no tratamento 0% (sem palma forrageira), sendo que à medida que a palma forrageira foi incluída na dieta o custo por animal.dia⁻¹ diminuiu, estabilizando-se em 32% de inclusão na MS da dieta. O mesmo foi observado com o custo unitário por kg⁻¹ de leite produzido (Tabela 20).

Tabela 20. Rentabilidade e custo de produção de leite de vacas em lactação confinadas recebendo níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.

Indicador econômico (R\$)	Níveis de palma forrageira (% MS)			
	0	16	32	48
Custo total por animal	33,97	31,01	28,05	28,13
Custo unitário por kg ⁻¹ de leite produzido	1,81	1,63	1,46	1,45
Margem bruta	15,23	18,78	22,01	22,32
Margem líquida	13,48	17,02	20,26	20,57
Lucro total por animal	11,49	15,04	18,27	18,58
Lucro unitário por kg ⁻¹ de leite produzido	0,61	0,79	0,95	0,96

A observação da margem bruta e líquida, lucro total por animal e lucro unitário por kg⁻¹ de leite produzido foi melhor com à inclusão de maiores níveis de palma

fornageira na dieta, demonstrando maior lucratividade, onde cada centavo a mais faz a diferença no sistema de produção e economia da atividade pecuária.

Os custos relativos a medicamentos, impostos, mão-de-obra, ferramentas de trabalho e manutenção das instalações, foram os mesmos para todas as dietas (tratamentos). As respostas econômicas são dependentes apenas dos custos dos ingredientes usados em cada dieta e ao consumo diário pelas vacas em cada tratamento.

A taxa interna de retorno (TIR) é o método usualmente aplicado para analisar a viabilidade econômica de um projeto, sendo uma análise complementar à análise do VPL, e que quanto maior for o resultado da TIR no projeto, maior é a atratividade para sua implantação (Almeida et al., 2014). Quando a TIR é maior ou igual à zero ela demonstra a viabilidade do sistema.

Na Tabela 21, é possível observar que a TIR foi maior para o tratamento com a inclusão de 48% de palma forrageira na MS total da dieta, sendo economicamente mais viável para o investidor. No entanto, o resultado foi positivo para todas as dietas testadas, demonstrando a viabilidade da atividade ao uso da palma forrageira na dieta.

Tabela 21. Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 9 e 12%, respectivamente, para um ano

Indicador econômico	Níveis de palma forrageira (% MS)			
	0	16	32	48
Taxa interna de retorno (%)	2,64	3,34	3,99	4,05
Valor presente líquido 6% (R\$)	30.250,93	40.081,49	49.055,45	49.912,90
Valor presente líquido 9% (R\$)	26.198,29	35.849,14	44.659,06	45.500,84
Valor presente líquido 12% (R\$)	22.294,45	31.770,02	40.419,92	41.246,41

Para o cálculo do valor presente líquido (VPL) foram utilizados três valores para taxa mínima de atratividade (6%, 9%, 12% ao ano). O VPL representa a soma dos valores do fluxo de caixa de um projeto em um período estipulado com a atualização da taxa de desconto aplicada (Almeida et al., 2014). O VPL demonstra se o investimento será lucrativo perante o desconto das taxas de juro que foram aplicadas e o período analisado.

O VPL foi positivo para ambos os tratamentos em todas as taxas de juros testadas, apresentando melhores resultados para a inclusão de 32 e 48% de palma forrageira na MS da dieta.

VII CONCLUSÃO

Para a alimentação de vacas em lactação confinadas, a palma forrageira pode ser utilizada em até 48% da matéria seca da dieta, apresentando a mesma produção e composição de leite e em 32 a 48% da matéria seca da dieta apresentando a melhor rentabilidade econômica.

VIII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behaviour of dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 2, p.485-498, 1993.

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74: 3063–3075, 1996.

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

BARROS, L.J.A.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; SANTOS, D.C.S.; CHAGAS, J.C.C.; ALVES, A.M.S.V.; SILVA, A.E.M.; FREITAS, W.R.F. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers' diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, p. 149-154, 2018.

BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JUNIOR, J.B.; MUSTAFA, A.F. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n. 3, p.297-301, 2009.

BAUER, L.C.; SANTANA, D.A.; MACEDO, M.S.; TORRES, A.G.; SOUZA, N.E.; SIMIONATO, J.I. Method validation for simultaneous determination of cholesterol and cholesterol oxides in milk by RP-HPLC-DAD. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 161-168, 2014.

BEZERRA, E.E.A.; VIEIRA, R.J.; SOUZA, J.A.T. NUNES, J. F. Efeito do nitrogênio ureico no leite sobre a eficiência reprodutiva de vacas da raça Girolando. **Revista Científica de Produção Animal**, v.11, p.34- 45, 2009.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

BUTLER, W.R. Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2533-2539, 1998.

CAVALCANTI, C.V.D.A.; FERREIRA, M.D.A.; CARVALHO, M.C.; VÉRAS, A.S. C.; SILVA, F.M.D.; LIMA, L.E.D. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 689-693, 2008.

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 the technical details.** Bucksburn: Rowett Research Institute, 1992. 21p.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.

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.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980-984, 2010.

FAYE, B.; BENGOUNI, M.; AL-MASAUD, A.; KONUSPAYEVA, G. Comparative milk and serum cholesterol content in dairy cow and camel. **Journal of King Saud University-Science**, v.27, n.2, p.168-175, 2015.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos.** Editorial Acribia. 2ª Edição 1095 p., 2000.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998.

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

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** Gainesville: University of Florida, 2000. P.A-25 (Bulletin, 339).

KIDANE, A.; OVERLAND, M.; MYDLAND, L.T.; PRESTLOKKEN, E. Milk production of Norwegian Red dairy cows on silages presumed either low or optimal in dietary crude protein content. **Livestock Science**, v. 214, n. 1, p. 42–50, 2018.

LIMA, L.S.; OLIVEIRA, R.L.; GARCEZ NETO, A.F.; BAGALDO, A.R.; ABREU, C.L.; SILVA, T.M.; CARVALHO, S.T.; BEZERRA, L.R. Licuri oil supplements for lactating cows on pasture. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 4, p. 617-624, 2015.

LIMA, R. M. B.; ANDRADE FERREIRA, M.; ALBUQUERQUE BRASIL, L. H.; ARAÚJO, P. R. B.; VERÁS, A. S. C.; DOS SANTOS, D. C.; ... SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.2, p.347-353, 2003.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IPEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MATTOS, L. M. E.; DE ANDRADE FERREIRA, M.; DOS SANTOS, D. C., DE ANDRADE LIRA, M.; DOS SANTOS, M. V. F.; BATISTA, Â. M. V.; VÉRAS, A. S. C. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2128-2134, 2000.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p.1114-1120, 2011.

MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G.; LOUREIRO, C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6th rev. ed. Washington, DC. National Academy Science, Washington, DC. 1989.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001. 381p.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZZOTTI, M.L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(5):1621-1629, 2001.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.33, n.4, p.387-394, 2011.

PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZALEZ, F.H.D., DURR, J.W., FONTANELI, R.S. (Eds.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: RS. p. 30-45, 2001.

REECE W.O. **Dukes' Physiology of Domestic Animals**. 12th ed. Cornell University Press, Ithaca. 999p. 2004.

SANTOS, D.C.; MARTINS, E.S.; FARIAS, I. et al. Desempenho de vacas 5/8 holando/zebu alimentadas com três cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*).

In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 4., 1992, Recife. **Anais...** Recife: SNAR/UFRPE, 1992. p.226.

SANTOS, J.F.; DIAS JÚNIOR, G.S.; BITENCOURT, L.L.; LOPES, N.M.; SIÉCOLA JÚNIOR, S.; SILVA, J.R.M.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, M.N. Resposta de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.423-432, 2011.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. BURITY, H. A., NASCIMENTO, M. M. A., SANTOS, D. C., TAVARES FILHO, J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.

SAS Institute. SAS statistical software: Release 9.2, Cary, NC: SAS Institute, 2008.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 380p., 1979.

SLATER, A.L.; EASTRIDGE, M. L.; FIRKINS, J. L.; BIDINGER, L. J. Effect of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 2, p. 313-321, 2000.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STOOP, W. M.; BOVENHUIS, H.; VAN ARENDONK, J. A. M. Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1981-1986, 2007.

THIAGO, L.R.L.; GILL, M.; SISSONS, J.W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal of Nutrition**, v. 67, n. 3, p. 305-318, 1992.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K.; HATFIELD, R.D. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1695-1702. 1997.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p. VASCONCELOS, A.M.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R. F.D.; DIAS, M.; MORAIS, D.A.E.F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja cru e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.

VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N.A.; ØRSKOV, E.R. 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.

VIEIRA E.L.; BATISTA A.M.V.; GUIM A.; CARVALHO F.F.; NASCIMENTO A.C.; ARAÚJO R.F.S.; MUSTAFA A. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 141, n. 3-4, p. 199-208, 2008.