



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR PALMA FORRAGEIRA NA DIETA DE
VACAS GUZERÁ LACTANTES**

GABRIEL FERREIRA DE LIMA CRUZ

**AREIA – PB
DEZEMBRO – 2018**

GABRIEL FERREIRA DE LIMA CRUZ

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR PALMA FORRAGEIRA NA DIETA DE
VACAS GUZERÁ LACTANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de graduado em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dr^a. Juliana Silva de Oliveira
Coorientador: PNP Dr. Alexandre Fernandes Perazzo

AREIA – PB
DEZEMBRO – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

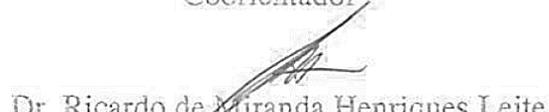
Aprovada em **05/11/2018**

**“SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR PALMA FORRAGEIRA NA DIETA DE VACAS
GUZERÁ LACTANTES”**

Autor: **GABRIEL FERREIRA DE LIMA CRUZ**

Banca Examinadora:


Dr. Alexandre Fernandes Perazzo
Coorientador


Dr. Ricardo de Miranda Henriques Leite
Examinador


MSc. Wendel Pires Carneiro
Examinador


José Roberto Rosendo da Costa
Secretário do Curso


Prof. Adriana Evangelista Rodrigues
Coordenadora do Curso

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C957s Cruz, Gabriel Ferreira de Lima.

Substituição do milho por palma forrageira na dietas de vacas Guzerá lactantes / Gabriel Ferreira de Lima Cruz.

- Areia, 2018.

67 f.

Orientação: Juliana Silva de Oliveira.

Coorientação: Alexandre Fernandes Perazzo.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. desempenho. 2. nutrientes digestíveis totais. 3. produção de leite. 4. zebuino. I. Oliveira, Juliana Silva de. II. Perazzo, Alexandre Fernandes. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

DEDICATÓRIA

Dedico ao PAI CELESTIAL, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, princípio, meio e fim.

A meus pais, Iordam Silva da Cruz e Maria Valéria Ferreira de Lima Cruz pelos ensinamentos e preparo para a vida futura, regados de amor e carinho.

A minha sobrinha Luíza Antônia, meu mais novo xodó e paixão.

*In memorian... **Gabriel (Vilar) Silva Campos***

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao Pai Celestial, por me iluminar durante todos os períodos e trajetórias de minha vida, me fortalecendo espiritualmente, crendo a acreditar sempre nos meus sonhos e me presenteando com a vitória de concluir este trabalho com dedicação e sabedoria.

Aos meus pais Iordam e Maria Valéria, agradeço por toda educação amor e carinho durante todo o período de minha vida. Por cada alegria, risadas, momentos e apoio para me reerguer em momentos de dificuldade. Vocês são os exemplos em minha vida, anjos da guarda e pilares da minha força e coragem.

A toda família Lima e Cruz por representarem a figura da fundação de uma sólida construção, proporcionando a mim todo o suporte e carinho durante esses 21 anos de existência. Em especial aos meus queridos avós José Alves, Maria do Carmo e Neuza Teodório por todo o suporte e amor concedidos durante minha criação. Aos meus irmãos Valessa e José Manoel, aos meus tios e tias, primos e primas, amigos e amigas, agradeço por vocês existirem na minha vida e por todas as alegrias vivenciadas em datas comemorativas e encontros oportunos.

A família Panosso, em especial Genessi e Albenês Panosso, Márcia e Albenês Panosso Júnior, por me acolherem e demonstrarem à minha pessoa que família também é algo que se conquista ao longo da vida. A Natália Panosso por toda ajuda durante essa caminhada de conclusão de curso, bem como de anos de carinho, apoio e amor. Sem você não teria concluído esta pesquisa de forma tão dedicada. A minha querida Stella, amor de quatro patas que proporciona felicidade desde sua chegada à nossas vidas.

Aos meus amigos da Turma Prodígio que me acompanharam durante essa caminhada. Eternamente grato serei por ter vivido com pessoas incomparáveis e inesquecíveis.

A Thiago Rodrigo de Sousa Moreira, meu grande amigo e parceiro de presepadas. São 5 anos de amizade e tantos trabalhos realizados em conjunto, daquela jeitinho que só nós fazemos. Saiba que considero-o um verdadeiro irmão, com um futuro promissor devido a sua dedicação, força e talento nato para o empreendedorismo. Estarei sempre à disposição para auxiliar a conquistar seus objetivos.

A Ryan de Oliveira Gonçalves Maia, caba da peste rústico e cabeça dura, mas de um coração imenso e uma ética admirável. Muito obrigado por todos os ensinamentos, aprendemos muito juntos e com certeza pudemos compartilhar de muitas risadas e

brincadeiras. Você respira a Zootecnia, e seu futuro como grande profissional está apenas começando.

A Igor Nelson Herculano Duarte, meu primeiro contato da Zootecnia na Universidade e um grande amigo que me ajudou demais durante esses anos de graduação. Bato palmas para sua humildade, inteligência, pureza e coração enorme. Muito obrigado por tudo Dr. Herculano, e vamos juntos nessa nova jornada de nossas vidas.

A Rosevânia Veloso Barbosa, nossa matriarca da turma. Obrigado por todos os ensinamentos, você é uma das pessoas que mais transmite sinceridade e paciência, admiro demais seu modo de levar a vida e a força que possuístes. Agradeço muito a Deus por você ter também nos presenteado com a mascotinha da turma e futura Zootecnista, Valentina.

A Ana Cecilia Souza Muniz, minha parceira de festas e confraternizações. Você é um exemplo de mulher dedicada e de temperamento forte, que vai em busca e consegue alcançar seus desejos e objetivos. Obrigado por todas as brincadeiras e risadas que pudemos desfrutar juntos, e por me aturar horas e horas durante o estudo e pesquisa junto ao Grupo de Estudos em Forragicultura.

A Geni Caetano Xavier Neta, melhor amiga, abuso e parceira de trabalhos e seminários durante toda essa jornada. Você é um exemplo de dedicação e esforço. Obrigado por todo o apoio, companheirismo, áudios, anotações, modelos de slide, xerox e etc etc. Desejo todo o sucesso do mundo para você risonha, porque sei que é capaz de conquista-lo.

Aos demais colegas e amigos conquistados durante minha graduação em Zootecnia, sejam esses do respectivo curso ou dos demais cursos presentes no CCA-UFPB, e demais universidades do Brasil que pude compartilhar de experiências e alegrias. A amizade conquistada e momentos de felicidade nunca serão esquecidos.

Ao Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF) pela acolhida, diversos momentos e atividades realizadas em conjunto, demonstrando a força da atuação em equipe quando realizada com pessoas divertidas e profissionais. Em especial a Rafael de Paula Andrade, Ana Paula Maia, Wellington Cordeiro, Gildênia Pereira e Alexandre Fernandes Perazzo por todo o auxílio durante a realização das atividades desta pesquisa, e demais atividades já desempenhadas no Laboratório de Forragicultura e em diversas pesquisas a campo. Estaremos juntos nessa nova etapa em nossas vidas em busca de nossos sonhos e desejos pessoais e conjuntos.

A meus professores do Departamento de Zootecnia e demais Departamentos desse Centro, por repasse de ensinamentos e experiências, em especial meus queridos e nobres “pais adotivos” Dra. Juliana Silva de Oliveira e Dr. Edson Mauro Santos por deixarem sua marca,

compartilhando momentos e conselhos que tanto acrescentaram em minha vida pessoal e irão acrescentar futuramente como profissional. Agradeço de coração aos dois também pela orientação, inspiração, respeito, amizade e diversas palavras de incentivo, que continuemos juntos nessa caminhada que possui muitas metas e desejos a serem alcançados.

Aos meus irmãos do Capítulo Águia de Haya nº 624 da Ordem Demolay bem como de outros Capítulos responsáveis por todos os ensinamentos aprendidos para engrandecimento de meu caráter, além de amigos conquistados e momentos compartilhados.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB) por fornecer os subsídios e proporcionar a realização desta pesquisa, em especial aos amigos Wendel Pires Carneiro e Ricardo de Miranda Henriques Leite pela participação na banca examinadora, e à João Paulo de Farias Ramos, pelo auxílio e orientações durante a elaboração e realização das análises e pesquisas para o presente estudo. Agradeço a todos vocês por colaborarem minuciosamente para a execução de um excelente trabalho.

Ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA), nas pessoas do Prof. Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros e MSc. Romildo da Silva Neves pela acolhida e apoio durante atividades complementares do estudo realizados nesta entidade.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, local formador de ótimos profissionais capacitados para a vida futura, fico feliz de conviver por cinco anos neste belíssimo recinto da minha amada cidade Areia – PB.

A Octavio Domingues (*in memoriam*) por todos os esforços e lutas para criação do curso de Zootecnia no Brasil, curso este que amo de coração e orgulho não há como explicar de participar da história da Zootecnia Brasileira.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para minha absorção de conhecimentos, tudo que aconteceu tem uma razão de ser. Que os próximos tempos sejam produtivos em experiências positivas e quando tudo terminar, que tenhamos consciência que demos nosso melhor.

Muito Obrigado!

Sumário

RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. GERAL	15
2.2. ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. O Guzerá: histórico e evolução da raça no Brasil	16
3.2. Silagem de sorgo na nutrição animal em condições Semiáridas	18
3.3. Aspectos gerais sobre a palma forrageira e sua importância no Semiárido	21
3.4. Palma forrageira como fonte de água e energia	25
3.5. Substituição do milho pela palma forrageira sobre o consumo, produção e composição do leite	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1. Caracterização do local do experimento	33
4.2. Delineamento experimental, animais utilizados e dietas	33
4.3. Fornecimento das dietas e análises	34
4.4. Variáveis analisadas no experimento	35
4.5. Análise estatística	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS	50

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Composição química dos ingredientes da ração e dos componentes dos suplementos com base na matéria seca..... 34
- Tabela 2** – Proporção dos ingredientes (% MS) presentes nas dietas adotadas no experimento e composição química das dietas..... 34
- Tabela 3** – Valores médios para consumo de nutrientes por vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira..... 37
- Tabela 4** – Médias para Ingestão Voluntária de Água (IVA), Ingestão de Água Contida no Alimento (IACA), Ingestão Total de Água (ITA) por vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira..... 40
- Tabela 5** – Produção de Leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira..... 42
- Tabela 6** – Valores médios da composição físico-química e produção dos constituintes do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira..... 44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACGB – Associação dos Criadores de Guzerá e Guzolando Brasil
- CAM – *crassulacean acid metabolism*
- CBMG – Centro Brasileiro de Melhoramento Genético do Guzerá
- CCA – Centro de Ciências Agrárias
- CCHOT – consumo de carboidratos totais
- CCNF – consumo de carboidrato não fibroso
- CEE – consumo de extrato etéreo
- CFDN – consumo de fibra em detergente neutro
- CMO – consumo de matéria orgânica
- CMS – consumo de matéria seca
- CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais
- CNF – carboidratos não fibrosos
- CPB – consumo de proteína bruta
- CT – carboidratos totais
- CV – coeficiente de variação
- cv. - cultivar
- EE – extrato etéreo
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMEPA – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária
- et al - “e outros” ou “colaboradores” expressão latina mencionada pela NBR 6023:2002
- F1 – primeiros descendentes da geração parental
- FDA - fibra em detergente ácido
- FDN – fibra em detergente neutro
- IACA – ingestão de água contida no alimento
- INCT-CA - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal
- ITA – ingestão total de água
- IVA – ingestão voluntária de água
- MAC – metabolismo ácido das crassuláceas
- MG – Minas Gerais
- MM – matéria mineral
- MOET – múltipla ovulação de transferência de embriões
- MS – matéria seca

NDT – nutrientes digestíveis totais

NNP – nitrogênio não proteico

NRC – National Research Council

PB – proteína bruta

PC – peso corporal

pH – potencial hidrogeniônico

PL – produção de leite

PLCG 4% - produção de leite corrigida para 4% de gordura

Pmic – proteína microbiana

PNDR – proteína não degradável no rúmen

PNMGul – Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para Leite

Sisvar - sistema de análise de variância

SNG – sólidos não gordurosos

sp. - *espécie*

ssp. – *subespécies*

ST – sólidos totais

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

LISTA DE SÍMBOLOS

% – percentual

($P < 0,05$) – probabilidade inferior a 5%

($P > 0,05$) – probabilidade superior a 5%

± – mais ou menos

C_3 – ciclo fotossintético das plantas que produzem ao final três moléculas de carbono

C_4 – ciclo fotossintético das plantas que produzem ao final quatro moléculas de carbono

cm – centímetro

g/dia – grama por dia

g/L – grama por litro

L/dia – litro por dia

kg/dia – quilograma por dia

$g/kg^{0,75}$ – grama por unidade de tamanho metabólico

R^2 – coeficiente de determinação

P – nível descritivo/probabilidade de significância

\hat{Y} – média

α – alfa

β – beta

ha – hectare

kg – quilograma

m – metro

m^2 – metro quadrado

mL – mililitro

mm – milímetro

°C – grau celsius

Ca – Cálcio

K – Potássio

Mg – Magnésio

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR PALMA FORRAGEIRA NA DIETA DE VACAS GUZERÁ LACTANTES

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho indicar o nível adequado de substituição do milho pela palma forrageira em dietas de vacas Guzerá durante o período de lactação. Foram utilizadas cinco vacas multíparas da raça Guzerá alojadas em baias individuais, com experimentação dividida em 5 períodos de 15 dias cada. O delineamento experimental empregado foi o quadrado latino 5 x 5. Os cinco tratamentos consistiram de proporções crescentes do teor de energia de palma forrageira em nutrientes digestíveis totais (NDT) em substituição ao teor de NDT do milho na matéria seca da ração (0, 25, 50, 75 e 100%). As variáveis analisadas foram o consumo de nutrientes e ingestão de água, produção e composição do leite. Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias comparadas pela análise de regressão a 5% de probabilidade pelo programa SISVAR. Não foram encontradas diferenças quanto ao consumo de nutrientes em geral em função dos níveis de substituição adotados. Esses resultados ocorreram devido as dietas apresentarem similaridades em suas composições químicas, além de não serem observados implicações de enchimento, que geralmente acontecem quando a palma compõe grande parte da dieta, o que não ocorreu no presente estudo. A alta apetibilidade da palma contribuiu para evitar reduções no consumo. Para ingestões de água voluntária e água contida nos alimentos, os níveis de substituição apresentaram efeitos lineares decrescentes e crescentes respectivamente, com ausência de efeito sobre o consumo total de água/dia, resultante da soma de ambos. Comprova-se assim o importante papel da palma forrageira como fonte de água, diminuindo as ingestões voluntárias e conseqüentemente custos com água para o produtor, nutriente importante para vacas leiteiras e geralmente limitante para a pecuária do semiárido. Para produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura bem como a composição química do leite, não foram observados efeitos dos níveis de substituição para essas variáveis, o que é justificada pela ausência também sobre o consumo de nutrientes, além das dietas experimentais possuírem ótimos balanços de carboidratos fibrosos, não fibrosos e proteína bruta, favorecendo então as condições no ambiente ruminal para adequada produção de ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana, repercutindo em produções de leite similares para os níveis adotados e com teores elevados e semelhantes de nutrientes, principalmente de gordura que resultou em elevação da produção de leite ao ser corrigida para 4% de gordura, tendo esse nutriente importante papel para valorização da qualidade do leite e a raça Guzerá possuindo reputação comprovada de produção de leite com altas concentrações de gordura. Embora os resultados tenham se mostrado favoráveis, sugere-se que essa substituição seja mais estudada, principalmente na complementação com uma análise econômica para comprovação da redução de custos de produção. Pode-se substituir a energia do milho por palma forrageira em até 100% nas dietas com silagem de sorgo, resultando em redução na ingestão de água via bebedouro e sem afetar o desempenho produtivo e composições físico-químicas do leite de vacas Guzerá multíparas de média produção.

Palavras-chave: desempenho, nutrientes digestíveis totais, produção de leite, zebuíno

REPLACEMENT OF CORN BY FORAGE PALM IN DIET FOR GUZERÁ LACTATION COWS

ABSTRACT: The objective of this work was to indicate the adequate level of substitution of ground corn by forage palm in diets of Guzerá during the lactation period. Were used five multiparous Guzerá cows housed in individual stalls, with experimentation divided into 5 periods of 15 days each. The experimental design used was the Latin square 5 x 5. The five treatments consisted of increasing proportions of forage palm energy content in total digestible nutrients (TDN) replacing the TDN content of corn in the dry matter of the feed (0, 25, 50, 75 and 100%). The variables analyzed were nutrient intake and water intake, milk production and composition. The data were submitted to analysis of variance and the means compared by the regression analysis to 5% probability by the SISVAR program. No differences were found regarding nutrient intake in general, due to the substitution levels adopted. These results occurred because the diets presented similarities in their chemical compositions, in addition to the fact that no filling implications were observed, which usually happen when the palm makes up a large part of the diet, which did not occur in the present study. The high desirability of the palm contributed to avoid reductions in consumption. For voluntary water intake and water contained in food, substitution levels presented linear decreasing and increasing effects respectively, with no effect on the total consumption of water / day, resulting from the sum of both. This shows the important role of forage palm as a source of water, reducing voluntary intake and consequently water costs for the farmer, an important nutrient for dairy cows and generally limiting the semi-arid cattle ranching. For milk production, milk corrected to 4% of fat as well as the chemical composition of milk, no effects of substitution levels were observed for these variables, which is justified by the lack of nutrient intake as well as the experimental diets, which have excellent balance for fibrous carbohydrate, non-fibrous and crude protein, thus favoring conditions in the ruminal environment for adequate production of short chain fatty acids and microbial protein, affecting milk yields similar to the levels adopted and with high and similar levels of nutrients, mainly fat that resulted in an increase in milk production when corrected to 4% fat, and this nutrient has an important role for valorizing milk quality and the Guzerá breed having a proven reputation for producing milk with high fat contents. Although the results were favorable, it is suggested that this substitution be more studied, mainly in the complementation with an economic analysis to prove the reduction of production costs. It is possible to substitute the energy of the corn by the palm in 100% in the diets with sorghum silage, resulting in reduction of water intake through the drinking fountain and without affecting the productive performance and physical-chemical of the milk of Guzerá cows with medium production.

Keywords: milk production, performance, total digestible nutrientes, zebu

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira presente no nordeste brasileiro é caracterizada por apresentar grande número de pequenos e médios produtores (OLIVEIRA, 2017). Contudo, as condições climáticas dificultosas decorrentes de secas periódicas de maior ou menor intensidade, comprometem diretamente a potencialidade pecuária da região, devido, principalmente, à redução na quantidade e qualidade de forragens (WANDERLEY et al., 2012). Entretanto, apesar do baixo desempenho produtivo, a pecuária presente na região possui importante papel econômico e social. Uma forma de minimizar esses problemas e potencializar a produtividade dos rebanhos da região é através do cultivo de culturas forrageiras plenamente adaptadas as condições, como a palma e o sorgo forrageiro (ALBUQUERQUE, 2012) e espécies de animais resistentes às circunstâncias do ambiente.

A palma constitui um importante recurso forrageiro do Nordeste Brasileiro, principalmente nos períodos de estiagens, devido à capacidade adaptativa e ao seu elevado potencial de produção de massa de forragem (RAMOS et al., 2017a) de qualidade e baixo custo, com boa concentração energética, elevada eficiência do uso da água e aceitação comprovada pelos animais. Duas espécies se destacam predominantemente no cultivo da região, a *Opuntia ficus-indica* Mill (palma gigante) e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (palma miúda/doce) (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

O alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF) da palma forrageira tem despertado o interesse para sua utilização em substituição a ingredientes energéticos e também sua associação com fontes de nitrogênio não proteico (NNP), especialmente a ureia (LINS, 2014). A substituição total do milho (moído ou farelo) por palma forrageira in natura e substituição parcial do farelo de soja por palma forrageira in natura mais ureia, foi estudada em dietas para vacas em lactação (LIMA et al., 2003; MELO et al., 2003; ARAÚJO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007a; OLIVEIRA et al., 2007b; BISPO et al., 2010).

Entretanto, embora a palma forrageira possua valores consideráveis de energia, esta apresenta teores de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) reduzidos, sendo necessárias fontes de fibra adicionais e a inclusão de concentrados protéicos na dieta.

Dentre os possíveis benefícios da substituição do milho pela palma in natura, estão os custos com alimentação que podem ser diminuídos com a redução da utilização de concentrado e sendo que a alteração na produção de leite pode ser compensada, tornando-se economicamente vantajoso (FERREIRA et al., 2009). Apesar de haver vários estudos como os já citados, não são encontrados na literatura pesquisas com níveis de substituição que

contenham como volumoso base da dieta a silagem de sorgo e/ou adotando vacas de média produção, exclusivamente zebuínas.

O desenvolvimento desse projeto proporcionará o conhecimento sobre as quantidades adequadas de substituição do milho pela palma forrageira na ração de vacas Guzerá em lactação, que sejam capazes de manter a saúde e a produtividade animal.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Examinar os níveis de substituição do milho pela palma forrageira em dietas de vacas Guzerá durante período de lactação.

2.2. ESPECÍFICOS

- Verificar os efeitos da substituição do milho pela palma forrageira sobre a produção e a composição do leite de vacas Guzerá;
- Analisar os efeitos da substituição do milho pela palma forrageira sobre o consumo de água e dos nutrientes por vacas Guzerá em lactação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O Guzerá: histórico e evolução da raça no Brasil

A raça Guzerá, também denominada Kankrej, é originária da região pré-desértica de Kutch há milhares de anos atrás, no estado Gujarat, região noroeste da Índia. Dentre as raças zebuínas presentes no Brasil atualmente, a raça Guzerá foi a primeira a ser introduzida no país. Esta foi trazida na década de 1870 pelo Barão de Duas Barras, tendo função fundamental na tração dos carroções e até vagões nos cafezais fluminenses, além da produção de leite e carne (SILVA; VELOSO, 2011).

A raça prevaleceu por décadas, mantendo-se espalhadas por várias regiões do país, mas com presença e importância notória na região Nordeste onde se manteve produtiva ao longo dos períodos de estiagem e enfrentando até mesmo na região Sudeste a “guerra contra o Zebu” (promovida por cientistas paulistas que consideravam o *Bos indicus* totalmente inadequado para produção de leite). Porém, Segundo Peixoto et al. (2009) características como resistência à parasitas e ao déficit hídrico, potencial produtivo de dupla aptidão, capacidade de consumir forragens grosseiras e tolerância térmica fizeram com que a raça conquistasse espaço entre os criadores da região. Além disso, a seleção de características leiteiras e carnes através de estudos empíricos inovadores na primeira metade do século possibilitaram um desenvolvimento do potencial produtivo do gado Guzerá e Gir (MADALENA, 2012).

Com o surgimento da raça Indubrasil na década de 1920, as fêmeas da raça Guzerá passaram a servir como formadoras da nova raça e assim resultando em decadência dos rebanhos puros da raça Guzerá (SILVA; VELOSO, 2011). Porém, com importações realizadas em 1962 e 1963 de exemplares da Raça Nelore, a raça Guzerá ganhou novamente destaque principalmente na região Nordeste que apresenta características semelhantes a seu habitat de origem (FORDHAM, 2013). Quando a região foi afetada pela grande seca nos anos de 1978 a 1983, relatos da época indicam que somente a raça continuava viva produtivamente nos sertões nordestinos, sendo comum ouvir a frase: “Quando um Guzerá cai para morrer, todos os demais gados já morreram.” (Autor desconhecido). Atualmente, rebanhos de Guzerá são comuns em propriedades rurais do estado da Paraíba, mostrando alto potencial produtivo para essa região (CÂNDIDO et al., 2012).

Diferentemente as primeiras décadas após sua introdução no país, que foi ao longo de décadas selecionado apenas para a produção de carne (FONSECA et al., 2018), a seleção

genética do Guzerá nos últimos trinta anos abandonou o foco da produção exclusiva para corte e têm-se buscado a seleção para a dupla aptidão, carne e leite. (SANTOS et al., 2017).

Em 1992 as perspectivas futuras para a raça foram novamente benéficas onde o Centro Brasileiro de Melhoramento Genético do Guzerá (CBMG/ACGB) decidiu desenvolver um programa de melhoramento e incentivaram a execução no controle leiteiro dos criadores para a obtenção dos dados, sendo criada em 1994 o Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para Leite (PNMGul) da raça baseado no teste de progênie, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e seu núcleo MOET de seleção, a fim de melhorar as características produtivas leiteiras (LEÃO et al., 2013), além do programa de avaliação genética para corte em conjunto ao Departamento de Genética da Universidade de São Paulo. O primeiro sumário de touros e matrizes da raça foi publicado no ano 2000, onde até o momento já foram publicadas dezenove edições anuais, sendo avaliados mais de 600 touros para distintas características leiteiras e para corte, podendo ser observados ganhos genéticos e fenotípicos positivos para a produção de leite, embora estas sejam inferiores que os observados para o da raça Gir (RANGEL et al., 2018). Santana Júnior et al. (2016) retratam que se as ferramentas adotadas para o melhoramento genético da raça continuarem sendo usadas de forma corretamente, haverá eficácia no desempenho reprodutivo dos rebanhos.

O interesse pela raça vem crescendo, onde no ano de 2010, segundo Peixoto et al. (2010) existiam cerca de 3966 vacas Guzerá lactantes sendo registradas em 36 rebanhos de duplo propósito, cuja produção média era de 2039 ± 1022 Kg. A idade para primeiro e último parto era respectivamente, cerca de 36,4 meses e um pouco mais de 216 meses. Fonseca et al. (2016) estima que a população registrada da raça presente no Brasil está entre 60.000 exemplares, com 47 rebanhos baseados na reprodução para dupla aptidão.

Estima-se que 80 % dos bovinos presentes no Brasil são puros ou mestiços de Zebu (SANTANA JÚNIOR et al., 2016). Coincidentemente, na atualidade a raça Guzerá representa o segundo maior rebanho de bovinos zebuínos puros presentes país (PEIXOTO et al., 2014; SANTOS, et al., 2014) superada em números apenas pela raça Nelore e estando a frente da raça Gir que é amplamente utilizada para a produção de leite, sendo a primeira colocada dentre as raças zebuínas utilizadas para essa finalidade. Com isso, a Guzerá é a segunda raça zebuína utilizada para a produção de leite no país (SANTOS et al., 2013), devido à ser amplamente utilizada também para a produção de carne. Além disso, tem sido amplamente utilizado em cruzamentos com outras raças devido a sua resistência, baixa susceptibilidade a mastite e outras características representativas (ROSSE et al., 2017). A raça é famosa também

por sua pronunciada habilidade materna, e segundo Madalena (2012) o Guzerá é um forte contribuinte para a formação de animais com capacidade adaptativa e desempenho superior devido à heterose dos cruzamentos F1, ao adotar cruzamentos industriais *Bos indicus* x *Bos taurus*, e até mesmo no cruzamento com outras raça zebuínas, como exemplo da formação do Guzanel (Guzerá x Nelore).

3.2. Silagem de sorgo na nutrição animal em condições Semiáridas

A região semiárida presente em maior parte do nordeste brasileiro é caracterizada pela ocorrência de baixas precipitações pluviométricas além de distribuição de maneira irregular das chuvas, resultando ao longo do ano em um período chuvoso curto, sucessivo a um grande período de estiagem. Segundo Ramos et al. (2011) a pecuária explorada no semiárido brasileiro sofre influências da variabilidade temporal das chuvas, que se torna o principal fator a afetar a produção devido à estacionalidade da produção de forragem decorrente deste fator e restringindo assim a capacidade de suporte da caatinga. Tornam-se necessárias e importantes, portanto, a aplicação de estratégias para obtenção de maior rendimento na produção de forragens (PERAZZO et al., 2013) e a adoção de forrageiras com potencial de produção considerável, aliadas a adaptações aos efeitos edafoclimáticos adversos, principalmente do déficit hídrico (CÂNDIDO et al., 2013; ELIAS et al., 2017).

Nesse contexto a cultura do sorgo vem se destacando pela alta rusticidade, produção de biomassa elevada, vasta tolerância ao déficit hídrico, capacidade de rebrota e eficiência energética (TOLENTINO et al., 2016), apresentando também tolerância moderada ao estresse salino provenientes do solo ou da água (ELIAS et al., 2017) o que permitem seu cultivo em zonas áridas e semiáridas em diferentes períodos do ano. Considerando a importância da produção de forragens alternativas e adaptadas à região, o sorgo se apresenta também como substituta à cultura do milho por ser mais tolerante a altas temperaturas e déficit hídrico, possibilitando em alto rendimento na produção de biomassa vegetal (ÉDER-SILVA et al., 2016).

O Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertence à família *Poaceae*, gênero *Sorghum*. Tem origem tropical no Nordeste do continente africano (KIMBER et al., 2013), sendo introduzido no país pelos escravos e atualmente é componente dos dez cereais mais cultivados no mundo e considerado o quinto mais importante, atrás apenas do trigo (*Triticum spp*), arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea Mays*) e cevada (*Hordeum vulgare*) (PAIM, 2016). É uma cultura anual que apresenta metabolismo do tipo C₄ sendo utilizada para silagem, pastejo ou corte

verde, além de utilização dos grãos em rações para animais ou para consumo humano (BUSO et al., 2011). A planta não suporta baixas temperaturas, o que estimula seu cultivo em ambientes secos e muito quentes, que geralmente apresentam distribuição irregular de chuvas onde a produção de outros cereais seria impossibilitada. Possui características fisiológicas de armazenamento de reservas e diminuição do ritmo de crescimento da planta devido à redução das atividades metabólicas durante estresse hídrico e apresentando elevado crescimento em curto espaço de tempo quando a demanda hídrica se eleva o que determina seu potencial produtivo em condições de irrigação (AMARAL et al., 2003). No Brasil as áreas cultivadas de sorgo obtiveram um crescimento significativo nos últimos 35 anos, onde em 1990 apresentava 140.132 ha (hectares) de área cultivada, passando para 731.384 ha no ano de 2013. (ARAÚJO NETO et al., 2014).

Núcleos produtivos que realizam o cultivo tanto do sorgo quanto da palma forrageira apresentam ganhos nas eficiências produtivas e lucrativas na pecuária do semiárido. Diniz et al. (2017) relatam que essas culturas são altamente eficientes quanto ao uso da água devido a seus metabolismos fisiológicos C₄ e CAM respectivamente, sendo ambas as culturas utilizadas na região por causa de sua perceptível aceitabilidade pelos animais além de boa digestibilidade, sendo ótimas fontes de energia aos rebanhos.

Ramos et al. (2015) ao estudar a utilização da silagem de sorgo, feno de maniçoba e duas proporções de concentrado (10 e 15 % na matéria seca total da dieta) em dietas a base de palma forrageira, concluíram que para atendimento das exigências de vacas Girolando em lactação e redução de custos na propriedade, a silagem de sorgo é recomendada como a fonte de volumoso. Isto se deu devido à silagem de sorgo apresentar melhores potenciais de consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), além de possibilitar melhores teores de digestibilidade aparente dos nutrientes.

O processo de ensilagem vem como uma alternativa principalmente para contornar os problemas advindos do período seco que resultam em escassez de volumoso (CASTRO, 2018), mantendo a estabilidade da produção de leite e/ou carne ao longo do ano nas fazendas (FERREIRA et al., 2015). A técnica baseia-se no processo láctico-fermentativo, resultantes de bactérias ácido lácticas que realizam através de seu metabolismo a conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, desde que em condições anaeróbicas em que há a redução do pH entre os níveis de 3,8 à 4,2, fazendo com que o material ensilado entre em estabilização o que inibe o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (ROOKE; HATFIELD, 2003).

No processo de ensilagem, o sorgo se apresenta como uma forrageira favorável, por apresentar características fenotípicas que facilitam o plantio, manuseio, colheita e armazenamento além de apresentar alta concentração de carboidratos solúveis que se tornam essenciais para uma adequada fermentação láctica durante o processo e consequentemente prevenção da qualidade nutricional da silagem (TOLENTINO et al., 2016), Além disso, o sorgo apresenta alto valor nutritivo, baixa capacidade de tamponamento e com concentração de matéria seca (MS) adequada para o processo de ensilagem (PERAZZO et al., 2017), em torno de 30%. O sorgo forrageiro por possuir essas características acaba então se tornando uma das plantas mais indicadas para a produção de silagem, geralmente podendo ser produzida sem a necessidade de aditivos que auxiliam em uma fermentação adequada (SOUSA et al., 2017). Justificando a importância e qualidade da silagem de sorgo, Boyd et al. (2008) relatam que a silagem de sorgo representa aproximadamente 85-90% da energia presente nas silagens de milho, que é considerada a silagem padrão devido a sua alta qualidade.

A cultura vem se tornando uma alternativa viável no processo produtivo dos rebanhos bovinos nas regiões semiáridas (ALBUQUERQUE; MENDES, 2011), principalmente devido às intensificações nos sistemas de produção de ruminantes da região. Porém, a ensilagem de sorgo forrageiro não se limita as condições semiáridas, pois Teixeira (2015) relata que as cultivares de sorgo apresentadas no mercado, tem apresentado elevados níveis de produtividade nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul. A silagem de sorgo vem crescendo como alternativa na alimentação dos animais em substituição as silagens de milho também nos demais continentes do mundo, por requerer menos água e insumos agrônômicos além da ocorrência das mudanças climáticas como o aquecimento global, bem como do crescimento das perspectivas sustentáveis e escassez de recursos naturais (VERMUELEN et al., 2012) e até mesmo devido à menor susceptibilidade à contaminações por micotoxinas do que o milho.

Cattani et al. (2017) avaliaram os efeitos da substituição total da silagem de milho pela silagem de sorgo na produção e composição de leite de vacas Holstein (Holandesa). A dieta à base de silagem de sorgo foi corrigida com milho moído para equilíbrio nos níveis de amido da dieta. Os autores encontraram redução na produção do leite quando houve a substituição, decorrente da maior ingestão diária de energia líquida para lactação nas vacas que receberam a dieta a base silagem de milho, com 40,1 Mcal/dia, para 38,9 Mcal/dia nos animais alimentados com dieta a base de silagem de sorgo. Porém quando o leite foi corrigido para 4% de gordura, não observaram diferenças na produção, já que a dieta SS favoreceu um aumento de 0,28% de gordura (3,98% e 4,26% respectivamente) devido as maiores quantidades de

fibra em detergente neutro fornecidos e ingeridos pelos animais favorecendo a produção de ácido acético, precursor de gordura do leite. Além disso, não houve influências sobre a proteína e a lactose do leite. Semelhantemente Khosravi et al. (2018) também avaliaram duas dietas a base de silagem de milho e silagem de sorgo para vacas Holstein, dessa vez não encontrando diferenças na produção de leite, composição do leite em gordura, proteína, lactose e sólidos desengordurados. Esses resultados ocorreram devido ao consumo de matéria seca (CMS) não sofrer redução quando ocorreu a substituição, diferentemente do estudo anterior. Esses estudos, portanto, indicam os benefícios de adoção dessa silagem, sendo uma excelente escolha nos módulos produtivos que destinam leite principalmente para a indústria, em locais onde a produção de milho é difícil devido à escassez da água.

Observa-se que se tem desenvolvido e lançado vários genótipos de sorgo no mercado (PERAZZO, 2013). Porém para realizar a escolha para cultivo e posterior produção de silagem das variedades apresentadas no mercado, o produtor necessita avaliar algumas características como o rendimento de MS, potencial de valor nutritivo, composição químico-bromatológica e como esses fatores se ajustam as necessidades nutricionais gerais do rebanho leiteiro bem como do sistema adotado na propriedade (GETACHEW et al., 2016).

Behling Neto et al. (2017) estudaram o valor nutritivo de silagens de sorgo oriunda de cultivares de diferentes tipos (sorgo forrageiro, granífero e sacarino) onde concluíram que a silagem de sorgo forrageiro da variedade BRS 655 possuiu os maiores teores de carboidratos solúveis e menor teor de fibra que as demais, apresentando assim alto valor nutricional e sendo dentre as avaliadas, a cultivar mais recomendada para produção de silagem. Por outro lado, Cândido et al. (2015) avaliaram a resposta econômica de silagens de sorgo de diferentes cultivares na alimentação de ovinos em confinamento, e concluíram que a variedade BRS 810 apresentou menor custo de produção e maior receita líquida por carcaça devido a maiores produções de MS, permitindo o confinamento de maiores quantidades de ovinos em período de terminação sendo a cultivar recomendada para sistemas de produção em condições semelhantes.

3.3. Aspectos gerais sobre a palma forrageira e sua importância no Semiárido

A denominação “palma forrageira” é utilizada no Brasil para indicar tanto cultivares de *Opuntia ficus indica* como de *Nopalea cochenillifera*, ambas espécies originárias do México introduzidas no país visando à exploração do corante natural carmim da cochonilha. A data de entrada da palma forrageira no Nordeste brasileiro não é bem definida,

permanecendo escura e existindo ainda muitas teorias e relatos na literatura sobre o assunto (SIMÕES et al., 2005). Autores como Frota et al. (2015) acreditam e relatam que a chegada da palma forrageira no Nordeste Brasileiro tenha ocorrido por volta de 1877 sendo responsável por esta o empresário sueco da indústria têxtil naturalizado brasileiro Hermam Lundgren, que possuía interesse em produzir corantes naturais. Por outro lado, Silva; Santos (2007) apresentam que a introdução da palma forrageira tenha ocorrido por volta de 1880, inicialmente no estado do Pernambuco, através da importação de sementes advindas do estado do Texas – Estados Unidos da América.

A adaptação da palma forrageira a regiões áridas e semiáridas é devido a suas características anatômicas, morfofisiológicas e bioquímicas (CÂNDIDO et al., 2013). O aparelho fotossintético da palma se encontra presente nos caules, denominados cladódios ou raquetes, fazendo com que mantenha-se nutritiva durante o período de estiagem. De acordo com Galvão Júnior et al. (2014) a palma forrageira é uma cultura que por pertencer ao grupo das crassuláceas é totalmente adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido, por apresentarem metabolismo diferenciado, o denominado metabolismo do ácido crassuláceo, MAC (em inglês, CAM), realizando a abertura dos estômatos especialmente durante o período noturno, momento este em que a temperatura ambiental normalmente se apresenta reduzida, onde em contrapartida as perdas de água por evapotranspiração acabam sendo diminuídas consideravelmente. A eficiência no uso da água (kg de água/kg de matéria seca) pelas plantas CAM são superiores às plantas de metabolismo C₃, e amplamente maiores que as de metabolismo C₄. Sampaio (2005) relatou que a superioridade da eficiência das plantas CAM em comparação as plantas C₃ pode chegar até 11 vezes, o que as torna especialmente adequadas para a produção de forragem nas zonas áridas e semiáridas.

Diferentemente de outras plantas xerófilas, a palma dispõe de um sistema radicular superficial, semelhante ao de uma gramínea e assim explorando grande parte da porção superficial do solo (10-30 cm) com elevada capacidade de absorção de água das chuvas. Além disso, há morte e renovação de uma parte em particular das raízes em falta de água por períodos prolongados (SAMPAIO, 2005). O caule em forma de cladódio também se apresenta como outra grande vantagem adaptativa, dispondo de alto conteúdo hídrico e favorecendo também a diminuição na perda de água, quando associada à presença estomática por área reduzida e mecanismo diferenciado da abertura e fechamento dos estômatos (GOIS et al., 2013). Zanudo-Hernández et al. (2010) ao estudar a espécie *Opuntia ficus-indica* observaram que ela mantém sua atividade fotossintética mesmo após 5 meses sem chuvas e que em solos com umidade pouco considerável ainda ocorre incremento expressivo de biomassa nos

cladódios. Outra evolução anatômica é a presença de uma fina camada que recobre as células epidérmicas, denominada cutícula que é formada principalmente por macromoléculas de cutina, favorecendo consideravelmente a retenção de água nos cladódios (SANTOS et al., 2010) por ser praticamente impermeável à saída ou entrada de água ou líquidos e possuir uma espessura 10 a 50 vezes maior que a da maioria das folhas. A camada de cera externamente a cutícula, recobrindo então os tecidos é também uma característica importante (MARQUES et al., 2017), protegendo contra o ataque de fungos, bactérias, insetos e principalmente na perda excessiva de água.

Inicialmente a importância forrageira da palma na região Nordeste não foi explorada nem reconhecida, sendo adotada sua função anterior de produção de corantes e posteriormente comercializadas na forma de plantas ornamentais. O interesse e utilização para fins nutricionais aos animais só ocorreu a partir do século XX, onde apenas após a seca de 1932 por ordem do ministro da Viação José Américo de Almeida que a cultura foi amplamente difundida para cultivo por diversos estados da região Nordeste, após a plantação de 222 campos de propagação de palma forrageira do estado da Bahia até o estado do Piauí (DUQUE, 2004). Esses campos de propagação, entretanto, foram implantados em sua maioria próximos as localidades em que já se eram cultivadas a palma, como os municípios de Pedra, Paulista e Rio Tinto, localizados respectivamente nos estados do Alagoas, Pernambuco e Paraíba. Dentre esses e outros fatores históricos que os estados recém-mencionados se apresentam até a atualidade como os de maiores tradições no cultivo e produção da espécie (SUASSUNA, 2013), onde juntamente com os estados da Bahia e Sergipe se consagram como os cinco maiores estados produtores de palma forrageira do Brasil (IBGE, 2017).

Portanto o Nordeste do Brasil é a região onde se encontra a maior área de cultivo da palma forrageira em todo mundo, com área superior a 600 mil ha (ASSIS et al., 2011; SILVA, 2012), sendo as cultivares mais exploradas para a nutrição animal a Gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), a Redonda (*Opuntia* sp.), a Orelha de elefante (*Opuntia* sp.) e a Miúda/Doce (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), e sua escolha para cultivo tem sido determinada pelas condições edafoclimáticas dos locais de plantio.

Desde 2001 a palma gigante vem sendo dizimada pela cochonilha-do-carmim, (*Dactylopius opuntiae*) (Hemiptera: Dactylopiidae), considerada uma praga potencialmente devastadora (LOPES, 2001), resultando em perdas econômicas aos pecuaristas que apresentam a palma como o único ou principal alimento para nutrição dos rebanhos.

Dessa forma, a melhor alternativa de cultivo para a palma em regiões atacadas por esse inseto é o plantio de clones resistentes, por não acarretar custos gradativos e corriqueiros com métodos de controle e sem exigir conhecimentos específicos dos agricultores.

As variedades Redonda e Gigante (*Opuntia ficus-indica*) são reconhecidamente mais resistentes à seca e mais produtivas e, por esses motivos, são as mais cultivadas (NEVES et al., 2010), porém apresentando susceptibilidade à infestação por cochonilha-do-carmim. Já a variedade Miúda (*Nopalea cochenillifera*) apresenta melhor valor nutritivo em comparação à Redonda e à Gigante (GARCEZ, 2016), além de ser taxada como resistente à infestação da praga.

Em estudos avaliando variedades de palma forrageira, Lopes et al. (2010) e Vasconcelos et al. (2009) relataram que o clone Redonda é altamente susceptível e o clone Miúda/Doce pode ser considerado imune já que não permitiu que o inseto se desenvolvesse, provavelmente devido à variedade apresentar resistência classificada como antibiose, tendo a planta efeito adverso sobre a biologia do inseto, não se fixando sobre os cladódios. Lopes et al. (2010) também observou que os genótipos Baiana ou Alagoana, Orelha-de-elefante africana, Orelha-de-elefante mexicana, Orelha-de-onça (*Nopalea* sp.) e Palma Azul, são genótipos muito promissores que podem ser utilizados no controle da cochonilha-do-carmim.

Silva et al. (2016) avaliaram a influência de dietas compostas por diferentes espécies de cactáceas compondo 47 à 50% da MS total, observando que a palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) apresentou os melhores resultados para produção e composição do leite de cabras da raça Saanen. A palma miúda foi superior na produção de leite (média de 2,09 kg/dia), como na composição do leite em gordura (3,47%), proteína (3,05%), lactose (4,57%) e sólidos totais (11,79%) quando comparada ao xiquexique, mandacaru, facheiro e palma cv. Orelha de elefante, comprovando a importância nutricional dessa espécie no semiárido brasileiro.

Devido a esses aspectos e características, a palma forrageira no Semiárido Brasileiro é utilizada para a alimentação de bovinos, ovinos e caprinos, sendo considerado o principal alimento dos rebanhos por ser a única forrageira que persiste nos períodos mais secos do ano (ALMEIDA et al., 2018) e por ser uma alternativa alimentar à outros ingredientes da ração dos rebanhos, sustentando a atividade pecuária presente no semiárido do Brasil (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014). Em complemento a sua alta capacidade adaptativa, características como alta aceitabilidade pelos animais, produção elevada de biomassa e a já mencionada resistência à seca, transforma esta planta em um importante e valioso alimento para os rebanhos na região, tornando-a a cultura xerófila com maior potencial de exploração no

Nordeste brasileiro (FROTA et al., 2015). Em condições experimentais, produções anuais de aproximadamente 17 t/ha de MS são encontradas em condições de sequeiro para palma na região semiárida da Paraíba (SALES et al., 2013).

Em revisão de literatura, Silva et al. (2017) relatam que a introdução da palma forrageira no Semiárido Brasileiro foi devido à sua rusticidade, palatabilidade, adaptação e características nutricionais, enfatizando que seu cultivo possui importância crucial para o suporte forrageiro na dieta dos rebanhos, devido a permitir uma lógica potencializada de sustentabilidade nas dimensões econômicas, ambiental e social. Neste cenário, no qual o grande limitante da produção pecuária está relacionado à quantidade de forragem produzida, a palma forrageira é estratégia imperativa de apoio para a convivência da pecuária regional com as secas (SILVA, 2012). Portanto, incentivar o cultivo da palma forrageira é uma estratégia que visa não apenas a sobrevivência da pecuária no Nordeste, mas o desenvolvimento dessa atividade (ALMEIDA et al., 2018).

Por fim, as importâncias da palma forrageira na produção animal em zonas de déficit hídrico se tornam imensuráveis dadas a sua grande contribuição nutritiva, econômica e cultural. Pesquisas vêm sendo conduzidas durante décadas para potencializar o uso dessa forrageira na nutrição animal, onde Grünwaldt et al. (2015) ao adotar as palavras-chave “*cactus*” ou “*opuntia*” em uma pesquisa online identificou 5.723 documentos em sua busca bibliográfica, além de 214 documentos ao adotar essas palavras-chave e a adição da palavra-chave “animal nutrition”, sendo 184 artigos e contribuição de 21.1% dessas publicações com pesquisas realizadas no Brasil, consagrando-se como o principal país a realizar pesquisas com a palma forrageira segundo a metodologia adotada. Além disso, de acordo com o estudo realizado por Moura et al. (2011) os cenários se mostram perspectivas para a consolidação da palma forrageira como importante opção de forragem para os rebanhos, podendo haver aumento significativo no tamanho da área apta ao cultivo da palma no Nordeste até o fim do século.

3.4. Palma forrageira como fonte de água e energia

A palma é uma espécie considerada de alto valor energético e alta concentração de umidade, além de minerais como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) dentre outras características de adaptações favoráveis as condições edafoclimáticas do semiárido. Silva et al. (2007) avaliaram o efeito da associação da palma forrageira com diferentes volumosos, onde a palma não apresentou influências no consumo e digestibilidade da maioria dos

nutrientes, bem como na produção e teor de gordura do leite que apresentaram médias de 16,92 kg/dia e 3,76% respectivamente. Esses resultados demonstram a viabilidade da associação da palma forrageira com diferentes tipos de volumosos em dietas para vacas em lactação, sendo então um ingrediente imprescindível no arraçamento de rebanhos leiteiros presentes no semiárido brasileiro.

Um fator chave do cultivo da palma em regiões áridas e semiáridas é a sua alta concentração de água, sendo capaz de atribuir até 90% do seu peso em umidade, que tende a reduzir as necessidades de ingestão de água, sendo então uma característica importante devido a escassez de água observada nessas regiões, que é um dos fatores limitantes para a produção animal. Segundo Cordova-Torres (2017) a palma forrageira é utilizada há muitos anos não apenas como fonte de energia em substituição aos concentrados, mas como fonte de água aos animais possuindo importante papel na mitigação da sede de animais em zonas áridas e semiáridas, bem como importante chave nutricional. Ramos et al. (2017b) examinaram diferentes fontes de volumoso para cabras Anglo Nubianas em lactação, onde as dietas eram constituídas por: silagem de sorgo + palma forrageira + suplemento (SSPF); feno de buffel + palma forrageira + suplemento (FBPF); silagem de sorgo + suplemento (SS) e feno de buffel + suplemento. Os resultados encontrados demonstraram a importância da palma forrageira e da própria silagem de sorgo como uma fonte natural de água, onde as dietas SSPF, FBPF e SS apresentaram os menores consumos voluntários de água com valores médios de 3,422; 3,336 e 3,563 kg/dia respectivamente.

Costa et al. (2009) também observaram o consumo de água de cabras em lactação, ao substituir o milho por palma forrageira (0; 7; 14; 21 e 28%). Os autores encontraram redução acentuada de forma linear devido a adição da palma nas dietas, passando de 5,23 kg/água/dia ingeridos de forma voluntária no nível 0%, para 0,12 kg/água/dia no nível 28% de substituição. É relatado a importância da palma forrageira como fonte natural de água, por fornecer 9,14 kg/dia de água no nível máximo de substituição. Em estudo semelhante, Costa et al. (2012a) observaram que a ingestão de água em ovinos Santa Inês tendeu-se a diminuir gradativamente com os aumentos dos níveis de palma forrageira nas dietas, passando de 4,9 kg/dia para 2,3 kg/dia nos níveis de 0 e 100% de substituição, respectivamente.

Llorente et al. (2011) em experimento avaliando níveis crescentes (0; 100; 200; 300 e 400 g/kg) de palma forrageira (*Opuntia leucotrichia*) na dieta de cordeiros, encontraram como resultados a diminuição da ingestão de água de forma gradativa quando o aumento da palma era presente nas dietas, passando de 308 mL kg^{0,75} d⁻¹ para 65 mL kg^{0,75} d⁻¹ quando a palma atingiu o nível máximo de inclusão, relatando assim o suprimento significativo da água

presente na palma forrageira avaliada, sendo esta endêmica da região Centro-Norte do México.

Resultados semelhantes foram encontrados por Arnaud et al. (2005) estudando os efeitos de substituição do feno de capim-tifton e farelo de milho pela palma forrageira e farelo de soja (0; 12; 25; 38 e 51%) em vacas holandesas em período de lactação, observando que o consumo voluntário de água sofreu redução gradativa com o aumento dos níveis de substituição, passando de 136,4 L/dia no nível 0% para 35,90 L/dia no nível 51% de substituição.

Diversos trabalhos já foram realizados na avaliação da substituição em níveis de fontes volumosas como feno, silagens ou palhadas. Porém, conforme Siqueira et al. (2017) recomendam, a reposição da forragem adotada por palma forrageira não deve exceder 50% da MS/dieta, uma vez que a digestão e o desempenho animal podem ser prejudicados. Os autores estudaram a substituição do capim tifton pela palma forrageira sobre novilhos, até 58,8% na dieta total, onde observaram efeito quadrático para CMS, CPB e consumo de matéria orgânica (CMO), tendo consumo máximo no nível 29,4% de substituição.

Cavalcanti et al. (2008) avaliaram a substituição do feno de capim-tifton 85 por palma forrageira enriquecida com ureia (0; 12,5; 25,0; 37,5 e 50%) para vacas holandesas em lactação. A ingestão de água diminuiu linearmente conforme eram aumentados os níveis de palma forrageira na dieta, com consumo médio de água de 100,51 L/dia no nível de 0% de substituição, e com a substituição em 50% o consumo diminuiu em mais da metade, apresentando média de 32,80 L/dia. Observaram também que a produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e a eficiência alimentar aumentaram linearmente com o incremento da palma na dieta, onde é relatado que este aumento foi devido ao aumento do consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), aumentando conseqüentemente o consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) fornecido pela palma. Os teores de gordura do leite não sofreram influencia com a inclusão da palma nas dietas.

A palma como já citado, é amplamente utilizada para fornecimento de energia na dieta dos animais, tendo em vista que apresenta boas concentrações de CNF e NDT, porém não sendo recomendada utilização em grandes proporções nas dietas por não atender as exigências dos animais devido as baixas quantidade de MS, FDN e PB, sendo concentrações inadequadas para potencializar o desempenho. Níveis adequados de fibra na dieta para ruminantes são necessários principalmente por possibilitar o funcionamento normal da microbiota ruminal e atividades associadas, como ruminação, salivação e controle do pH ruminal, motilidade ruminal, e manutenção do teor adequado de gordura do leite, percursada pela produção de

ácido acético principalmente. O NRC (2001) recomenda que dietas para vacas em lactação contenham CNF entre 33 e 46%/MS total, mínimo de 25% FDN/MS total, além de 19% desses serem advindos do volumoso efetivo, necessitando este ser de boa qualidade.

Portanto, o correto balanceamento da palma forrageira nas dietas deve ser preconizado principalmente devido ao seu alto teor de CNF, que em concentrações muito elevadas na dieta causa mudanças na fermentação ruminal, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes, a gordura presente no leite (OLIVEIRA et al., 2011a), podendo também gerar quadros de acidose ruminal e laminite. Por outro lado, as concentrações consideráveis de carboidratos solúveis presentes na palma forrageira são consideradas o principal benefício desta para a microbiota ruminal (LIMA et al., 2018), principalmente devido aos teores de pectina.

Os teores de NDT da palma são superiores ao de forrageiras geralmente utilizadas nas dietas dos animais, apresentando média de 63,73% NDT da MS total (MELO et al., 2003) enquanto o capim tifton, silagem de sorgo, silagem de milho e capim elefante possuem 56,15, 59,07, 63,19, 60,57 e 43,61% NDT na MS total (OLIVEIRA et al., 2011b; REZENDE et al., 2015; STELLA et al., 2016). Os teores de CNF presentes na palma forrageira se encontram na faixa de 53 à 66%, dispondo de altos níveis de pectina diferentemente do milho, que apresentam maiores teores de amido e conseqüentemente concentrações de CNF superior à palma forrageira, chegando até 75% da MS total. A palma forrageira em contrapartida apresenta maiores teores de FDN do que o milho, médias de 26 e 15% respectivamente (OLIVEIRA et al., 2011a) o que normalmente possibilita maiores incrementos de CFDN quando este substitui o concentrado energético. Oliveira et al. (2017) encontraram teores de CNF E FDN respectivamente para palma forrageira e milho moído de 53,7 e 24,3%; 57,6 e 11,9%. Os teores de CNF da palma forrageira também são superiores ao farelo de trigo, que apresentou 38,3% no estudo.

Ribeiro et al. (2017) avaliaram diferentes dietas na nutrição de ovinos Santa Inês, onde estas eram formuladas a base de silagem de milho + concentrado (CS); palma forrageira + feno de tifton 85 + concentrado (TH) e palma forrageira + bagaço de cana + concentrado (SB). Os autores observaram que a dieta TH apresentou melhores ganhos de peso médio diário; peso de carcaça fria; musculatura de lombo e peso do fígado quando comparados com a dieta CS. Além disso, não foram encontrados diferenças para os parâmetros físico-químicos da carne. Avaliando a substituição dessa vez com o milho na qualidade da carne de ovinos da raça Santa Inês, Costa et al. (2012b) relataram que a substituição gradativa e total do milho reduziu o conteúdo lipídico do músculo *longissimus dorsi*, sendo um efeito desejável. A

substituição também não apresentou efeitos significativos sobre o pH inicial e final das carcaças; luminosidade e coloração da carne; textura da carne e composição centesimal. Concluíram que a palma forrageira pode substituir em até 100% do milho nas dietas em confinamento nas condições observadas, sem comprometer o rendimento do componente tecidual ou alterando as características físicas ou sensoriais da carne.

Conceição et al. (2016) avaliaram a substituição do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base de cana de açúcar para novilhos nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100% na MS total da dieta. O consumo de nutrientes apresentou efeito quadrático onde o maior consumo foi observado no nível de substituição de 50%, na qual os autores relatam que este aumento foi devido à palma forrageira apresentar melhor padrão de degradação ruminal da fibra em relação ao farelo de trigo e cana-de-açúcar, o que aumenta o fluxo da digesta para o trato gastrointestinal e conseqüentemente aumentando o consumo de ração.

Monteiro et al. (2014) avaliaram níveis de substituição do farelo de trigo pela palma forrageira (0, 33, 66 e 100%) em dietas a base de cana-de-açúcar para novilhas mestiças, onde relataram que o CMS, CPB e a digestibilidade total dos nutrientes apresentou efeito quadrático, com máximo de 6,29 kg/dia, 0,96 kg/dia e 3,99 kg/dia respectivamente, para o nível de 66% de substituição, sendo este o indicado no estudo. Utilizando os mesmos níveis de substituição, entretanto em análise sensorial da carne, Abreu et al. (2018) não encontraram mudanças no pH da carne com a substituição nos demais níveis, onde a cor, aroma, textura, sabor, suculência e aceitação global da carne foram aprovados pelos avaliadores, relatando que a carne dos animais em todos os níveis de reposição teria aceitação no mercado.

Felix et al. (2016) avaliando o consumo e características de carcaça de cordeiros em dietas com níveis crescentes de palma em substituição ao farelo de trigo, observaram que não houveram interferências sobre o CMS e CPB, onde o ganho de peso médio mais elevado foi de 169 g/dia atingido pelo nível de substituição de 58,7% que resultaram na conclusão dos autores de recomendar este nível de substituição para borregos em confinamento.

Todos esses resultados comprovam a eficiência da palma forrageira no desempenho dos animais, se tornando uma fonte importante para a alimentação de ruminantes no semiárido. Além disso, dietas contendo palma forrageira, silagem de sorgo e concentrado devem ser fornecidos na forma de mistura completa (PESSOA et al., 2004) para minimizar a seleção dos animais pelo concentrado e palma forrageira, que apresentam apetibilidade maior que a silagem de sorgo. A mucilagem oriunda da trituração da palma anteriormente ao realizar o fornecimento aos animais também auxilia na aderência da silagem e do concentrado a palma forrageira.

3.5. Substituição do milho pela palma forrageira sobre o consumo, produção e composição do leite

Uma característica chave na produção de ruminantes é o custo crescente dos concentrados energéticos utilizados na nutrição animal, principalmente naquelas localidades onde não apresentam produções consideráveis como em microregiões do nordeste brasileiro; a larga utilização desses na dieta de animais monogástricos, bem como na utilização humana (FERREIRA et al., 2012). Esses fatores associado as qualidades adaptativas e nutritivas da palma forrageira, como a alta concentração de umidade, CNF e NDT, tem desencadeado pesquisas a décadas a fim de comprovar e potencializar sua utilização na substituição de concentrados energéticos e algumas fontes volumosas, não só no desempenho animal de caprinos, ovinos e bovinos, mas na melhoria de rentabilidade da pecuária principalmente da presente nas regiões semiáridas do nordeste brasileiro.

Oliveira et al. (2007a) avaliaram a substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton pela palma forrageira (0; 12; 25; 38 e 51%) na dieta de vacas em lactação. Relatou-se que o CMS apresentou efeito quadrático com consumo máximo no nível de 12% de substituição, tendo média de 21,87 kg/dia. Observaram também que o teor e produção de gordura do leite, e a produção de leite total e corrigida para 3,5% de gordura não sofreram influencia pela introdução da palma nas dietas, embora os CPB e consumo de extrato etéreo (CEE) sofreram redução linear. Isso é explicado devido ao equilíbrio energético-proteico mantido nas dietas formuladas para o estudo, onde os CNF da palma supriram as necessidades.

Por outro lado, Aguiar et al. (2015) observaram que o CMS, CPB, CFDN e demais nutrientes foram influenciados pelo aumento nos teores de palma forrageira na dieta, respondendo de forma linear decrescente ao substituir o milho pela palma forrageira na dieta de novilhas, onde relatam que esses resultados foram devido à limitação ingestiva de alta quantidades de matéria verde, proporcionadas pela palma forrageira. Porém o peso corporal final e o ganho médio diário apresentaram comportamento quadrático, devido as digestibilidades do CNF e PB terem sido superiores ao incrementar maiores proporções de palma forrageira na dieta, o que corroboraram para os autores indicarem o nível de 400 g/kg de palma forrageira na dieta, já que proporcionaram melhores saldos econômicos e impactos pouco limitantes no desempenho.

Costa et al. (2013) ao avaliar a substituição do milho pela palma forrageira (0, 70, 140, 210 e 280 g/kg MS) para ovinos sobre o comportamento ingestivo e desempenho de ovinos, relataram que o CMS apresentou efeito quadrático, devido ao atingir significativamente altos níveis de palma na dieta ocorreu enchimento ruminal limitando o consumo dos animais. Por outro lado o CFDN foi superior na dieta que continha a substituição em 210 g/kg MS. A eficiência de consumo de FDN (kg FDN/hora), eficiência de ruminação de FDN (kg FDN/hora) e eficiência de ruminação de MS (kg MS/hora) não apresentaram diferenças para os níveis adotados, porém com aumento linear da eficiência de CMS (kg MS/hora).

A palma forrageira, como o capim-buffel e silagem de sorgo, forrageiras amplamente utilizadas no semiárido para a alimentação de ruminantes, apresentam baixos teores de proteína. A associação desses alimentos, como já citada, traz benefícios à produção pecuária, porém exigindo ainda uma suplementação proteica que geralmente é adotada na forma de concentrado, mas em muitos casos sendo este inviável devido aos custos. Assim, a alternativa de utilização de fontes de nitrogênio não proteico vem sendo adotadas e estudadas, com foco principal na adoção de ureia por ser de baixo custo e potencialmente aproveitável no rúmen dos animais.

Bispo et al. (2010) avaliando incrementos de palma forrageira e ureia na dieta (45; 50; 55 e 60%) de vacas mestiças em lactação em substituição total ao milho e parcial ao farelo de soja, encontraram que a substituição não afetou os CMS e CFDN, tempo de ruminação e alimentação, e eficiências de consumo (kg MS/hora e kg FDN/hora), diminuindo significativamente a produção de leite e eficiência de ruminação (kg FDN/hora) onde os autores indicam ter sido decorrente do aumento à altos níveis de ureia nas dietas, reduzindo a proteína metabolizável e afetando assim a produção do leite.

Costa et al. (2009) ao avaliar o efeito da substituição do milho por palma forrageira (0; 7; 14; 21 e 28%) sobre o consumo de cabras durante a lactação. Observaram que o CMS foi curiosamente acrescido de forma linear com o aumento do fornecimento da palma forrageira, provavelmente devido a rápida taxa de passagem da palma, além de não afetar a produção de leite das cabras que apresentou variação média de 1,50 a 1,63 kg/dia. De forma bastante semelhante, Lima et al. (2010a) também em estudo com cabras de lactação, observaram aumento do CMS de forma linear variando de 1950 (4,38% PC) a 2315 g/cabra/dia (5,23%) para os níveis 0 e 100% de substituição, respectivamente.

Costa et al. (2010) estudaram a composição química do leite de cabra, ao substituir o fubá de milho (28, 21, 14, 7 e 0% na dieta) pela palma forrageira (0, 6,9, 13,8, 20,7 e 27,6%

na dieta). Enquanto outros constituintes do leite permaneceram inalterados, observaram redução linear nos teores de gordura e sólidos totais do leite com a substituição, porém aumentando as concentrações de ácidos graxos saturados, o que foi benéfico. Os autores relataram que o resultado negativo foi devido à adição gradativa da palma forrageira nas dietas, diminuindo as concentrações de extrato etéreo, levando à depressão da gordura do leite.

O baixo teor de MS presente nas palmas forrageiras implicam o fornecimento em grandes quantidades desta para suprir as exigências nutricionais do gado leiteiro (COSTA et al., 2016). Como forma de evitar esses problemas, alguns autores defendem a utilização e formação do farelo de palma que é obtido através da remoção da umidade presente no material com posterior trituração. Segundo Abreu Filho (2014) essa se apresenta como uma forma de conservar o material colhido, melhorando o manejo e planejamento alimentar do produtor, possuindo qualidade nutricional semelhante ao milho. Complementar a estes benefícios, o farelo de palma pode em algumas ocasiões proporcionar maiores consumos de nutrientes principalmente em pequenos ruminantes, quando em comparação com a palma forrageira em natura que é dotada de altas concentrações de umidade. Este então se apresenta como outra forma de substituir em parte o milho, que é o concentrado energético convencional em dietas para ruminantes.

Veras et al. (2005) avaliaram quatro níveis de substituição do milho pelo farelo de palma (0; 33; 67 e 100%) em dietas para ovinos em crescimento, observando que os CMS, CPB, CMO e consumo de carboidratos totais (CCHOT) não sofreram influências da substituição. Os autores discutem que esses consumos não foram afetados devido à alta palatabilidade do farelo de palma, o que resulta em grandes aceitações pelos animais da mesma forma que o milho moído. Porém, o consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e CFDN aumentaram na medida em que o farelo de palma acrescia na dieta, devido ao farelo possuir maiores teores desses nutrientes do que o milho moído. Em estudo complementar, Veras et al. (2002) relataram que a inclusão do farelo de palma forrageira não influenciou o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, matéria orgânica (MO), FDN, carboidratos totais (CCHOT), extrato etéreo (EE) e PB, mas provocando aumento linear da digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDA), comprovando então as qualidades da substituição, porém concluindo que esta necessita ainda ser mais estudada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do local do experimento

A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental de Alagoinha, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. (EMEPA-PB), localizada no município de Alagoinha – PB, mesorregião do agreste paraibano, microrregião de Guarabira. A estação fica situada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 6° 57' 00" e Longitude 35° 32' 42", a Oeste de Greenwich e com altitude em torno de 133 m. O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido), com época chuvosa iniciando no mês de fevereiro ou março e prolongando-se até julho ou agosto (outono-inverno) com precipitação anual média de 995 mm, apresentando temperatura média anual de 24° C e umidade relativa do ar em torno de 25%.

4.2. Delineamento experimental, animais utilizados e dietas

Foram utilizadas cinco vacas multíparas da raça Guzerá, com peso corporal médio de $408,2 \pm 68,8$ kg e média de 60 dias de lactação, ordenhadas manualmente duas vezes ao dia e alojadas em baias individuais, totalmente cobertas por telhas cerâmicas além de muretas e pisos de concreto antiderrapante compostos por cama de material absorvente, apresentando área de 12 m² (4m de comprimento e 3m de largura), providas de comedouros e bebedouros individuais para controle do consumo das rações e água.

O experimento teve duração de 75 dias, onde cada período experimental apresentou a duração de quinze dias, sendo os primeiros dez dias de adaptação às dietas e os cinco dias posteriores para coleta de dados e amostras. O delineamento experimental empregado foi o quadrado latino 5 x 5 (cinco períodos, cinco níveis de inclusão de palma e cinco animais). Os cinco tratamentos experimentais consistiram de proporções crescentes do teor de energia de palma forrageira em substituição ao teor de energia advindo do milho na matéria seca da ração, sendo estes níveis de substituição 0, 25, 50, 75 e 100% de nutrientes digestíveis totais (NDT). As dietas foram compostas por palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) resistente a cochonilha do carmim, silagem de sorgo como volumoso, farelo de soja, milho, ureia pecuária e núcleo mineral. A composição dos ingredientes encontra-se na Tabela 1.

As dietas utilizadas foram formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas, para atender as exigências segundo o NRC (2001), de vacas zebuínas pesando em média 410 kg e produzindo 8 kg de leite por dia, com 3,5% de gordura. A composição bromatológica das dietas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes da ração e dos componentes dos suplementos com base na matéria seca.

Nutriente	Silagem de Sorgo	Palma	Milho	Farelo de Soja
	(g/kg de MS)			
Matéria seca ¹	278,20	108,90	871,70	858,40
Matéria orgânica	938,20	891,10	979,30	942,00
Matéria mineral	71,80	176,00	20,70	58,00
Proteína bruta	52,30	49,40	87,00	461,20
Extrato etéreo	17,40	13,40	38,70	23,70
Fibra em detergente neutro	714,10	282,80	120,08	130,56
Carboidratos totais	858,50	790,57	853,60	457,10
Carboidratos não fibrosos	144,50	484,40	703,40	285,00
Fibra em detergente ácido	475,50	204,80	63,20	111,60

¹Com base na matéria natural;

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes (% MS) presentes nas dietas adotadas no experimento e composição química das dietas.

Ingredientes	Nível de inclusão de palma (%)				
	0,0	25,00	50,00	75,00	100,00
Palma Forrageira	0,00	4,11	8,19	12,23	16,20
Silagem de Sorgo	74,31	73,97	73,63	73,29	72,82
Milho Moído	13,77	10,28	6,82	3,40	0,00
Farelo de Soja	9,06	9,02	8,98	8,94	8,88
Uréia	1,36	1,40	1,44	1,47	1,51
Mistura Mineral	1,49	1,21	0,94	0,67	0,59
Composição Química (g/Kg MS)					
Matéria Seca (%)	43,31	40,35	37,41	34,50	31,74
Matéria Orgânica (% MS)	93,15	92,79	92,44	92,10	91,58
Matéria Mineral (% MS)	7,60	7,95	8,29	8,63	9,15
Proteína Bruta (% MS)	13,09	13,06	13,03	13,00	12,94
Extrato Etéreo (% MS)	2,04	1,95	1,87	1,78	1,69
FDN ¹ (% MS)	56,69	57,08	57,47	57,85	58,11
FDA ² (% MS)	37,18	37,63	38,08	38,53	38,90
CNF ³ (%)	23,01	22,49	21,97	21,45	20,90
CHOT ⁴ (%)	79,70	79,66	79,61	79,57	79,39

¹FDN = Fibra em detergente neutro; ²FDA = Fibra em detergente ácido; ³CNF = Carboidratos não fibrosos; ⁴CHOT = Carboidratos totais.

4.3. Fornecimento das dietas e análises

O fornecimento da dieta acontecia logo após as ordenhas, às 07h30min e 15h30min, em igual proporção e na forma de mistura completa, sendo a alimentação fornecida individualmente. Essa foi ajustada diariamente devido à pesagem das sobras nos dois turnos

do dia, com base na ingestão voluntária de matéria seca de cada animal, permitindo assim sobras de 10 % do fornecido.

Os alimentos fornecidos e sobras das rações foram pesados, amostrados e coletados diariamente, durante os cinco dias de coleta, para controle do consumo voluntário, sendo feitas posteriormente, amostras compostas individuais dos ingredientes da dieta e das sobras por período. Todas as amostras foram inseridas em bandejas de alumínio e levadas à estufa com ventilação forçada (55 a 60 °C) até atingir peso constante, para redução do teor de umidade de acordo com o Método INCT-CA G-001/1 proposto por Detmann et al. (2012). Em seguida cada amostra foi processada em moinho de facas do tipo Willey TE-680 com peneira de malha de um mm de diâmetro, sendo armazenadas em recipiente de plástico com vedação e identificadas para posteriores análises bromatológicas no Laboratório de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – Campus II, Areia-PB, localizada na microrregião do Brejo Paraibano (6° 57' 46" S, 35° 41' 31" W). Parte das análises bromatológicas foram realizadas no Instituto Nacional do Semiárido (INSA) na cidade de Campina Grande – PB (7° 16' 37,7" S, 35° 57' 59,4" W). As análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram realizadas seguindo as especificações descritas em Silva; Queiróz (2002). A análise de proteína bruta (PB) foi realizada conforme a metodologia descrita e recomendada por Detmann et al. (2012), método INCT-CA M-001/1 através da determinação de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl. Para determinação das fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) adotou-se as metodologias de Detmann et al. (2012) para determinação via autoclave, sendo estes os métodos INCT-CA F-002/1 e INCT-CA F-004/1 para FDN e FDA respectivamente, utilizando sacos de tecido-não-tecido (TNT – 100g/m²) com dimensões de 4 x 5 cm, confeccionados no referido Laboratório em que se procedeu as análises.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram utilizadas as seguintes equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Hall et al. (1999) respectivamente, onde:

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

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

4.4. Variáveis analisadas no experimento

Com as análises bromatológicas dos ingredientes da dieta e das sobras obtidas por período experimental, o consumo de nutrientes foi determinado mediante diferença da composição presente nas dietas pela composição presente nas sobras, sendo avaliados como

consumo em kg/dia, os seguintes: consumos de matéria seca (CMS), também em % PC e g/kg^{0,75}, consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo de carboidratos totais (CCHOT) e consumo de extrato etéreo (CEE).

Foram realizadas duas ordenhas diárias e registrou-se a produção individual de cada animal. A produção leiteira foi avaliada pelo controle leiteiro diário, sendo utilizada para análise estatística a média dos dias em que se procedeu a pesagem do leite, sendo estes o 9º, 11º, 13 e 15º dia do período experimental, tendo em vista que em dias alternados parte desse leite era fornecido para amamentação de “bezerras ao pé”. Foram coletadas amostras do leite para determinação de análises físico-químicas. Adotou-se em média a coleta de 200 mL de leite por ordenha, acondicionadas em um Becker misturando-as com o uso de um bastão de vidro e posteriormente direcionando ao aparelho analisador eletrônico de leite MASTER MINIR® onde foram medidos os parâmetros de percentual dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco (sólidos totais), sólidos não gordurosos e matéria mineral. Os procedimentos de ordenha e manipulação do leite seguiram recomendações do Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do leite de vaca (Brasil, 2011).

Para cálculo da produção de leite corrigido para 4% de gordura, adotou-se a fórmula proposta pelo NRC (2001):

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

A oferta de água foi realizada diariamente e individualmente para cada animal de forma *ad libitum* em bebedouros individuais, sendo pesadas diariamente às 7 horas da manhã a quantidade a ser ofertada, e as sobras da água do dia anterior.

Para realização dos cálculos de evaporação foram dispostos dois baldes equidistantes entre as baias individuais do galpão, e com a mesma quantidade de água ofertada para os animais. No dia seguinte os baldes foram pesados e por diferença do peso foi obtido a quantidade de água evaporada, com a média dos dois baldes, sendo subtraída pela quantidade total de água ofertada a cada animal para obtenção da oferta real de água aos animais.

Portanto, a ingestão voluntária de água foi obtida através da diferença entre a oferta e a sobra + evaporações.

4.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR® versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG, BRA) (FERREIRA, 2010), e as medias comparadas pela análise de regressão a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes ao CMS em kg/dia % PC e unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e o CMO em kg/dia não foram influenciados ($P>0,05$) pela substituição da energia em NDT do milho pelo NDT da palma forrageira em todos os níveis avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios para consumo de nutrientes por vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira.

Variáveis	Nível de inclusão de palma (%)					Valor P	Médias	CV (%) ⁸
	0	25	50	75	100			
CMS ¹ (kg/dia)	16,37	17,04	17,24	16,55	16,99	0,9125	16,84	9,90
CMS (% PC)	3,63	3,95	3,78	3,66	3,80	0,5423	3,77	8,44
CMS ($\text{g/kg}^{0,75}$)	167,11	180,09	174,71	168,71	174,78	0,7029	173,08	9,11
CMO ² (kg/dia)	15,27	15,83	15,96	15,25	15,58	0,9236	15,58	9,85
CPB ³ (kg/dia)	2,20	2,28	2,29	2,21	2,24	0,9553	2,24	10,47
CEE ⁴ (kg/dia)	0,34	0,34	0,33	0,30	0,30	0,1017	0,32	10,18
CFDN ⁵ (kg/dia)	9,18	9,63	9,82	9,49	9,82	0,7828	9,59	9,49
CCNF ⁶ (kg/dia)	3,85	3,92	3,87	3,61	3,60	0,5724	3,77	10,29
CCHOT ⁷ (kg/dia)	13,02	13,54	13,71	13,13	13,48	0,9051	13,38	9,74

¹CMS = Consumo de matéria seca; ²CMO = Consumo de matéria orgânica; ³CPB = Consumo de proteína bruta; ⁴Consumo de extrato etéreo; ⁵CFDN = Consumo de fibra em detergente neutro; ⁶CCNF = Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷CCHOT = Consumo de carboidratos totais; ⁸CV = coeficiente de variação.

O CMS em $\text{g/kg}^{0,75}$ apresentou resultados um pouco acima dos encontrados por Oliveira et al. (2007a), com média de $165,03 \text{ g/kg}^{0,75}$, avaliando dietas contendo níveis crescentes de palma para vacas holandesas. Esses resultados demonstram que as vacas no presente estudo necessitaram de maiores gastos com energia para manutenção, provavelmente por serem animais puros Zebuínos e apresentando genéticas divergentes ao da pesquisa citada. Como todos os animais eram de uma linhagem genética semelhante, puras de origem e sem observar efeito sobre o CMS em kg/dia, o mesmo ocorreu para o consumo em unidade de tamanho metabólico.

As médias de CMS em kg/dia e % peso corporal (PC) obtidas no presente estudo (16,84 kg/dia e 3,77%) apresentaram valores acima do sugerido pelo NRC (2001), que é de 11,18 kg/dia e 2,72% respectivamente, para vacas com produção diária e peso corporal de 8 e

410 kg. Porém, apresentou valores compatíveis com os sugeridos por Noller; Moe (1995), de CMS entre 3,0 – 4,0% do PC para vacas em lactação.

Provavelmente esse consumo superior ao estipulado pelo NRC (2001) encontrado em todos os níveis de substituição, seja decorrente dos animais se situarem em confinamento, dispondo assim de conforto térmico com boa ventilação e disponibilidade de sombra. As equações propostas pelo NRC (2001) são determinadas através de pesquisas voltadas quase que em sua totalidade para gado de base genética taurina, principalmente da raça Holandesa (Holstein) e de vacas de alta produção, diferentemente das vacas adotadas no presente estudo que apresentam base genética zebuína e com produtividade mediana de leite, subestimando então o CMS das vacas, que apresentaram consumo médio de 5,66 kg/dia a mais do que o calculado.

A ausência de efeito sobre o CMS ao substituir o milho pela palma nos níveis avaliados, pode ter sido decorrente de vários fatores. Um destes, acredita-se ter sido a influência da alimentação na forma de ração completa, o que pode ter proporcionado ao longo do dia melhor aporte de nutrientes e favorecer a uniformização ruminal, principalmente na concentração de ácidos graxos voláteis (WANDERLEY et al., 2002). A palma é considerada um alimento apeteável e palatável com boa aceitação pelos animais, além de diferentemente de outras forragens possuir baixos teores de fibra e apresentar rápida taxa de passagem (COSTA et al., 2012a) devido à alta taxa de fermentação ruminal (LINS et al., 2016). Como a palma foi processada e exposto então a mucilagem, ocorreu aderência dos ingredientes da dieta e diminuindo portanto a seleção dos animais (FERREIRA et al., 2011), facilitando o consumo inclusive dos ingredientes pouco apeteáveis (ALMEIDA, 2012) e diferenças sobre o consumo ao substituir o concentrado energético.

Pode-se constatar essa veracidade ao avaliar os resultados obtidos por Vilela et al. (2010) estudando formas de processamento da palma forrageira para vacas em lactação, de forma picada em faca ou processada em máquina forrageira. Os autores observaram que ao fornecer a palma picada os CMS, CMO, CFDN e CNDT foram menores que a processada em máquina, devido a alta ocorrência de seletividade dos animais já que a palma não exposta a mucilagem.

O NRC (2001) relatou reduções no CMS em dietas que apresentaram mais de 70% de sua composição em umidade. Como o máximo de umidade encontrada nas dietas experimentais foi de 68,26% (na dieta de nível 100% de substituição), constata-se que essas não causariam efeitos de enchimento que viessem a reduzir o consumo de nutrientes.

Silva et al. (2007) não encontraram reduções no CMS em kg/dia, % PC e $\text{g/kg}^{0,75}$ com níveis de até 50% da palma na MS em dietas com diferentes fontes volumosas, tendo estas mantido valores entre 19,17 à 22,52% de MS/dieta. Isso é devido à palma possuir teores de FDN inferiores que as fontes volumosas, o que diminui os efeitos de enchimento. Cavalcanti et al. (2008) encontraram reduções no CMS e CMO devido ao enchimento somente após aumento de até 25,24% de palma na MS da ração, que apresentavam teores de MS inferior à 30% na MS dessas dietas.

Deve-se salientar também que a regulação do consumo é complexa, incluindo limitações físicas, fisiológicas e fatores psicogênicos (BISPO et al., 2010). Complementarmente, as vacas utilizadas no período experimental já tinham ultrapassado seu pico de lactação, possuindo média de 70 dias de produção e assim não apresentando limites consideráveis ao consumo quando comparado à vacas em período inicial de lactação.

Porém, sabe-se que o baixo teor de MS encontrado na palma se apresenta como fator limitante para consumo de nutrientes do gado, quando estes são utilizadas de forma exacerbada na ração, implicando em grandes quantidades de matéria natural (COSTA et al., 2016) que os animais não conseguirão ingerir.

Os CPB, CEE, CFDN, CCNF e CCHOT, expressos em kg/dia, também não sofreram diferenças significativas ($P>0,05$) para a inclusão da palma nas dietas. Esse resultado é positivo e é decorrente da ausência de efeito no CMS e devido às composições químicas das dietas apresentarem grande similaridade, sendo estas bem balanceadas e não possuindo variações expressivas para os nutrientes avaliados (Tabela 2).

O CFDN possivelmente não sofreu influência nos níveis de substituição devido ao volumoso base da ração (silagem de sorgo) não variar de forma expressiva nas dietas, sendo este responsável por grande parte do fornecimento de fibra (Tabela 2). O CFDN ao ser estimado em % PC (2,02; 2,19; 2,16; 2,08; 2,16% respectivamente para os níveis de substituição) se apresentaram de forma bem superiores ao recomendado por Mertens (1997), onde afirma que acima de 1,2% de CFDN para vacas em lactação o CMS acaba sendo afetado. Entretanto, no respectivo estudo essas comprovações não foram observadas, o que pode ser explicado devido às forrageiras tropicais (como o sorgo adotado no experimento) conterem valores nutritivos inferiores ao de forrageiras temperadas e assim os animais necessitarem de maiores quantidades consumidas para satisfazer suas exigências.

Outro fator crucial na adoção da palma forrageira em rações para ruminantes são os possíveis problemas de diarreia já relatados em diversos estudos (MATTER, 1986; SANTANA et al., 1972; SANTOS et al., 1990; SANTOS et al., 1998; VIANA, 1965) mas

que no presente estudo não houve relatos. A ausência de qualquer distúrbio metabólico pode ser devido a relação CNF:FDN se manter controlada e com manutenção das condições normais do rúmen, sem promover intensa digestibilidade.

O CPB foi superior às exigências calculadas pelo NRC (2001) para os animais utilizados e as produções analisadas, sendo este 1,8 kg de PB/dia. Logicamente, devido ao CMS ter sido bem superior ao calculado. Ao observarmos os consumos de CCHOT e CPB, esses não sofreram diferenças estatísticas para as dietas devido a estas serem formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas, tendo concentrações muito semelhantes desses nutrientes. Portanto, podemos relatar que os níveis de substituição de energia estudados atenderam as exigências de energia e proteína, sendo estas as bases adotadas para formular as rações.

Esses resultados afirmam que nessas condições a palma pode substituir até 100% da energia fornecida pelo milho sem afetar o consumo de nutrientes, diminuindo circunstancialmente os custos com alimentação, já que as vacas apresentavam média produtividade de leite.

Para ingestão voluntária de água (IVA) observou-se que as vacas diminuíram o consumo de forma linear ($P < 0,05$), apresentando efeito contrário para ingestão de água contida no alimento (IACA) que apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) ao substituir o NDT do milho pelo da palma forrageira nas dietas (Tabela 4). Esses resultados apresentam coerência, já que ao aumentar os níveis de energia fornecida pela palma e diminuir as proporções do milho ocorreu diminuição gradativa da MS das dietas, devido a palma apresentar elevados teores de umidade.

Tabela 4 – Médias para Ingestão Voluntária de Água (IVA), Ingestão de Água Contida no Alimento (IACA), Ingestão Total de Água (ITA) por vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira.

Variáveis	Nível de inclusão de palma (%)					Valor P	CV (%) ⁴
	0	25	50	75	100		
IVA ¹ (kg/dia)	43,98	38,64	40,90	36,58	32,56	0,0001	5,79
IACA ² (kg/dia)	20,73	24,80	28,20	30,81	35,80	0,0000	9,46
ITA ³ (kg/dia)	64,71	63,44	69,10	67,39	68,36	0,2595	6,58

¹IVA = Ingestão Voluntária de Água; ²IACA= Ingestão de Água Contida no Alimento; ³ITA = Ingestão total de Água; ⁴CV = coeficiente de variação.

Equações de regressão	R ² (%)
¹ $\hat{Y} = 43,4400 - 0,0996x$	0,83
² $\hat{Y} = 20,8400 + 0,144x$	0,99
³ $\hat{Y} = 66,60$	

Para IACA observa-se um aumento de 0,144 kg de água por dia ($\hat{Y} = 20,8400 + 0,144$) para cada unidade percentual de substituição do NDT do milho pelo da palma, o que representa um acréscimo de 15,07 kg água de alimento/dia ao comparar o nível 0 com o de 100% de substituição.

Portanto, à medida que a palma era incluída na dieta e por esta ser um alimento rico em água, diminuía-se a necessidade de IVA dos animais para suprir suas exigências já que segundo o NRC (2001) o conteúdo de MS da dieta é um dos principais fatores que afetam a IVA, além de que para estimar o consumo total de água de vacas em lactação os meios mais importantes são os advindos da água de bebida e a oriunda da composição do alimento ingerido. A água metabólica se apresenta como uma fonte insignificante comparada a essas citadas anteriormente.

Constata-se também que no nível máximo de substituição, a IVA representou 48% da obtenção de água total. Esse valor justifica o relato de Vieira et al. (2008), de que a principal via de obtenção de água pelo animal é a ingestão direta via bebedouro, mas quando estes consomem alimentos suculentos, essa ingestão direta pode chegar a ser muito reduzida ou nula.

A ingestão total de água (ITA) não apresentou influência linear ou quadrática ($P > 0,05$) sobre os níveis de inclusão da palma, apresentando média de 66,60 kg/dia. Esses resultados são oriundos da soma entre essas duas formas de ingestão de água já comentadas, onde comprovam que a palma forrageira se apresenta como uma ótima fonte de água, reduzindo a ingestão voluntária, mas proporcionando aportes de água consideráveis para atender as exigências das vacas, que naturalmente necessitam de elevados fornecimentos de água devido à produção de leite diária. Esses resultados sancionam também que a palma forrageira e a própria silagem de sorgo, são fontes importantes de água para regiões com características agroclimáticas de aridez e semiaridez como grande parte do Nordeste brasileiro, que possuem a água como um fator limitante à produção pecuária (LIMA et al., 2010a) devido as estiagens prolongadas e irregularidade de chuvas.

A produção média de leite (PL) e a produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG 4%) ambas expressas em kg/dia, não apresentaram efeitos ($P > 0,05$) sobre a substituição da energia em NDT do milho pelo NDT da palma forrageira em todos os níveis avaliados (Tabela 5). Os resultados são justificados pela ausência de efeito para o consumo de nutrientes encontrados acima (Tabela 4). Portanto, os animais desfrutaram de aportes de nutrientes semelhantes, apresentando assim produções de leite em kg/dia aproximadas, bem como teores de gordura do leite similares que refletiram na ausência de efeito também ao

corrigir a produção para 4% de gordura. Os resultados de produção também se apresentam normais para o padrão produtivo da raça, onde as pesquisas realizadas por Ruas et al. (2007) e Ribeiro et al. (2009) encontraram valores médios de produção de leite de $6,53 \pm 2,10$ e $6,86 \pm 1,31$ kg/dia, respectivamente, para vacas Guzerá.

Tabela 5 – Produção de Leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira.

Variáveis	Nível de inclusão de palma (%)					Valor P	Médias	CV (%) ³
	0	25	50	75	100			
PL ¹ (kg/dia)	7,75	7,14	7,33	7,50	7,75	0,6171	7,49	9,65
PLCG 4% ² (kg/dia)	9,00	7,95	8,49	9,36	8,67	0,1114	8,70	8,78

¹PL = Produção de Leite; ²PLCG 4% = Produção de Leite Corrigida para 4% de gordura; ³CV = coeficiente de variação.

Embora a concentração de carboidratos não fibrosos tenha sido levemente reduzida com os níveis de substituição do milho (2,11% em comparação do nível de inclusão 0% com o 100%), estes não foram suficientes para proporcionar nos menores níveis de substituição, produções e absorções significativas do ácido propiônico originado pela microbiota ruminal e com importante papel em aumentar as produções de leite, por ser gliconeogênico (WLODARSKI et al., 2017). Dos carboidratos presentes na palma forrageira, 59,5% apresentam rápida e média degradabilidade no rúmen, com apenas 4,4% indisponíveis. A palma apresenta em sua composição de carboidratos totais 12,9% de amido, concentração relativamente alta para forragens em geral (BATISTA et al., 2003), principalmente tropicais.

Oliveira et al. (2007b) em sua pesquisa, formularam dietas que apresentavam diferenças de até 14,96% de CNF nas rações e mesmo assim não foram encontrados diferenças na produção média de leite e corrigida para 3,5% de gordura, onde relatos do autores indicam que esse comportamento regular foi devido ao equilíbrio energético-proteico mantido nas dietas, com semelhanças para CHOT e PB nas dietas utilizadas no experimento.

Além disso, a palma apresenta alto teor de CNF, principalmente a pectina, que comparado às principais fontes de amido como o milho, é um carboidrato que proporciona melhores padrões de fermentação ruminal apresentando poder tampão e não resultando em liberações do ácido láctico no meio o que não reduz o pH de forma gradativa e potencializa a digestibilidade da maioria dos nutrientes (MÜLLER; PRADO, 2004). Aliás, cerca e 95% da pectina é degradada no rúmen (SANTOS, 2006).

Alguns estudos avaliaram a produção de leite de vacas em lactação alimentadas com dietas em que houve níveis de substituição da palma pelo milho. Araújo et al. (2004) observaram que a produção de leite diária e corrigida a 4% de gordura não sofreram influências pela adoção da palma forrageira sobre vacas em lactação, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Wanderley et al. (2002) não encontraram mudanças na produção de leite total e corrigida para 3,5% de gordura, ao substituir a silagem de sorgo pela palma forrageira em dietas para vacas holandesas.

Lima et al. (2010b) estudando a substituição do farelo de milho por palma forrageira, também não encontraram mudanças na produção de leite em cabras Saanen e Parda Alpina. Goveia et al. (2016) avaliando a substituição do milho pela palma em até 72% na dieta, e Costa et al. (2009) estudando a substituição total, demonstraram que todos os níveis adotados não afetaram a produção de leite para cabras da raça Saanen e Alpina. Esses trabalhos, embora voltados para outras espécies de produção demonstram o potencial da palma em substituição à concentrados energéticos como o milho, possibilitando também padrões fermentativos e conversão de constituintes em precursores da síntese do leite de forma similares.

A composição físico-química (%) do leite em gordura, proteína, lactose, minerais, sólidos não gordurosos (SNG) e sólidos totais (ST), embora tenham apresentados superiores no nível de 75% de substituição, não apresentaram efeito ($P > 0,05$) para os níveis de substituição da energia fornecida pelo milho pelo da palma forrageira, em todas as variáveis analisadas (Tabela 6). Os resultados de consumo possuem grande influência sobre essa composição, onde como não houve mudanças significativas para consumo, acredita-se que possivelmente ocorreu similaridade quanto ao aporte de nutrientes para a glândula mamária resultando em concentrações próximas para o teor de nutrientes do leite (CARDOSO et al., 2017) nos níveis avaliados.

Um fato importante a considerar é que a média de gordura, proteína, lactose, SNG e ST encontrados (5,25, 4,06, 5,93, 10,84 e 16,06% respectivamente) atendem e ultrapassam de forma expressiva ao mínimo exigida pela legislação brasileira para a qualidade do leite de vaca (3,0, 2,9, 4,3, 8,4 e 11,4% respectivamente) (BRASIL, 2017), indicando que o leite obtido no presente estudo apresenta uma ótima qualidade, tanto para o consumo direto quanto para a indústria láctea, podendo também ser comercializado em preços consideravelmente elevados aos apresentados no mercado devido a suas concentrações, principalmente de gordura. Entretanto, no Brasil há localidades em que há o pagamento bonificado ou penalizado pela qualidade do leite, locais em que apenas se é empregada a penalidade pela

qualidade inferior e localidades onde não se adota esse padrão de mercado. Essa prática se apresenta como estímulo à adequação dos produtores às novas leis vigentes, possibilitando a produção de leite padronizado e com maior valor agregado (DIAS et al., 2015).

Tabela 6 – Valores médios da composição físico-química e produção dos constituintes do leite de vacas alimentadas com níveis de substituição do NDT fornecido pelo milho pelo NDT da palma forrageira.

Variáveis	Nível de inclusão de palma (%)					Valor P	Médias	CV(%) ³
	0	25	50	75	100			
Gordura (%)	5,30	5,15	4,91	5,74	5,16	0,3758	5,25	12,12
Proteína (%)	4,09	3,91	4,06	4,22	4,02	0,6050	4,06	7,44
Lactose (%)	5,97	5,76	5,93	6,04	5,94	0,8353	5,93	6,48
SNG ¹ (%)	10,93	10,49	10,84	11,15	10,81	0,7026	10,84	6,60
ST ² (%)	16,22	15,65	15,59	16,89	15,96	0,4878	16,06	7,72
Minerais (%)	0,86	0,82	0,85	0,89	0,85	0,6019	0,85	7,62
Produção dos constituintes do leite (g/dia)								
Gordura (g/dia)	393,42	340,23	370,63	424,34	371,72	0,1727	380,07	13,14
Proteína (g/dia)	317,42	274,30	300,72	317,48	302,38	0,2623	302,46	10,57
Lactose (g/dia)	461,21	402,76	439,63	452,70	446,92	0,2027	440,65	8,59
SNG ¹ (g/dia)	845,02	734,95	803,37	837,01	813,07	0,2176	806,68	9,23
ST ² (g/dia)	1238,44	1075,19	1173,99	1261,3	1184,99	0,1362	1186,80	9,18
Minerais (g/dia)	66,39	57,89	63,02	66,83	63,77	0,2790	63,58	10,40

¹SNG = Sólidos não gordurosos; ²ST = Sólidos totais; ³CV = coeficiente de variação.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas, o nível de substituição de 75% apresentou os melhores valores para todos os nutrientes avaliados. Os teores de proteína do leite no presente no estudo apresentaram média de 4,06%. Estes, não tiveram variações significativas entre si, devido a normalmente não possuírem amplitudes de variação tão altas, alterando até $\pm 0,6\%$ (VERNEQUE et al., 2005), diferente da gordura que pode apresentar variações de até 3 pontos percentuais (COSTA et al., 2011), oscilando entre 3,2 à 6% (REIS, 2012), o que justifica a gordura ter apresentado teores percentuais consideravelmente elevados, com média de 5,25%. A síntese de proteína é bem mais restrita em questão de precursores, já que as unidades formadoras de proteínas são os aminoácidos, onde ao

apresentar deficiência de um ou alguns aminoácidos, é impedido a formação de toda uma molécula (Peres, 2001).

Portanto, as dietas experimentais adotadas proporcionaram aportes e CPB que favoreceram a síntese de proteína do leite, provavelmente devido à altas produções de proteína microbiana (Pmic) provenientes principalmente das concentrações da ureia pecuária e farelo de soja adotados nas rações experimentais, sendo este último ingrediente responsável por proporcionar também teores consideráveis de proteína não degradável no rúmen (PNDR), onde ambas foram absorvidas pelo intestino delgado do animal na forma de aminoácidos, contribuindo para o suprimento de proteína metabolizável e proporcionando à glândula mamária maior disponibilidade de aminoácidos presentes na corrente sanguínea, principais precursores para a síntese de proteína do leite (PAIVA et al., 2013).

O NRC (2001) afirma que a Pmic é 64% metabolizável e que a proteína metabolizável é usada para a lactação com eficiência de 67%. A caseína a β -lactoglobulina e a α -lactoalbumina correspondem a 95% das proteínas do leite sendo sintetizadas no úbere.

O balanceamento das dietas experimentais quanto à carboidratos fibrosos, não fibrosos e proteína bruta também colaboraram para evitar variações significativas para a proteína do leite, e principalmente para os percentuais de gordura, já que estes são os principais responsáveis pelos fatores que modificam os teores desses nutrientes no leite (FREDEEN, 1996). O fornecimento das dietas em forma de ração completa também apresenta influência sobre esse resultado, tendo em vista que em alguns trabalhos já observaram redução nos teores de gordura do leite quando o concentrado e a palma eram fornecidos de forma separada à fonte volumosa, devido a seleção e baixo consumo do volumoso para atender as exigências fisiológicas e nutricionais (PESSOA et al., 2004; INGVARTSEN et al., 2001)

Complementarmente, as dietas atenderam as recomendações do NRC (2001), onde para que não aconteçam modificações no ambiente ruminal que afetem a síntese de gordura do leite, preconiza-se no mínimo 25% de FDN na ração onde 19% destes devem ser advindos dos volumosos da dieta, além de que o máximo de CNF presente na dieta seja de 44%. No presente estudo as dietas apresentaram altos níveis de FDN efetivo promovido pela silagem de sorgo, e sem observar efeitos sobre o CFDN para todos os níveis, o que proporcionaram desenvolvimento e predominância da microbiota celulolítica e hemicelulolítica, resultando segundo Cardoso et al., (2017) em altas produções de ácidos graxos de cadeia curta, como o ácido acético e o β -Hidroxibutirato, e aumento de triglicerídeos e glicose, sendo todos estes os principais precursores da gordura do leite.

Outro fator importante é que a variação do extrato etéreo (EE) das dietas foi baixo, evitando que houvesse redução considerável da deposição de triglicerídeos na glândula mamária, já que segundo González; Silva (2017) em média 44% da gordura do leite é derivada de triglicerídeos consumidos via dieta pelos ruminantes, sendo o restante advindo da síntese, principalmente do ácido acético.

Os teores de gordura e proteína encontrados no presente estudo (5,25 e 4,06% respectivamente), foram superiores à de pesquisas relevantes na literatura, principalmente com vacas holandesas e/ou mestiças com diferentes graus de sangue Holandês-Zebu (FUKUMOTO et al., 2010; PIGNATA et al., 2014; SOUZA et al., 2015; VOLTOLINI et al., 2010; WANDERLEY et al., 2012), onde calculando uma média dos resultados obtidos nessas pesquisas observa-se que o teor de gordura e proteína do leite se mantém em 3,77 e 3,16% respectivamente.

Entretanto, algumas pesquisas apontam composições de leite de vacas mestiças ½ Holandês-Gir semelhantes às do presente estudo, como os teores de gordura encontrados por Martins (2011) que atingiram variação de 5,5 a 6,23%, provavelmente devido a heterose, já que vacas Gir geralmente apresentam teores acima da média. No estudo de Teixeira et al. (2010), vacas Gir apresentaram % de gordura do leite de até 4,58 e 9,7 kg/dia de produção de leite, com 402 kg de PC.

Porém, dentre as raças zebuínas a Guzerá é a que apresenta características típicas de produzir leite com maior teor de gordura, sendo até mesmo denominada a raça “manteigueira” (DOMINGUES, 1975). Complementarmente, González (2001) relatou que a raça possui como característica individual influência na composição do leite principalmente em gordura e proteína. Além disso, a composição do leite de vacas multíparas tendem a apresentar teor butírico mais expressivos (ROMPA; CAVALARI, 2011) sendo o caso das vacas do presente estudo. Acredita-se que esse fato é resultante de matrizes primíparas apresentarem desenvolvimento incompleto da glândula mamária em relação a matrizes multíparas, além de que com o avanço da idade e maturidade da vaca, fatores fisiológicos proporcionam desempenhos máximos (COBUCI et al., 2000). Ribeiro et al. (2009) relataram que fêmeas primíparas da raça Guzerá apresentaram menor teor de gordura do leite do que as multíparas. Rosa et al. (2016) relataram maiores teores de gordura para vacas multíparas da raça Jersey. Os dados do presente estudo e das demais pesquisas mencionados acima coincidem com o relato de Noro et al. (2006) em que a percentagem de gordura do leite apresenta médias inferiores em vacas que apresentam menos de 4 parições.

Portanto pela observação dos resultados apresentados, o alto teor de gordura do leite em percentagem pode ter sido influenciado principalmente pelas características individuais da raça, estágio de lactação, produção diária, ordem de parto (multíparas) e relação entre concentrado:volumoso da dieta dos animais (GALVÃO JÚNIOR et al., 2010).

O teor de lactose também não apresentou alterações significativas por este ser o nutriente mais estável do leite e assim menos susceptível a modificações (COSTA et al., 2011). A falta de efeito sobre os CCT e CCHOT apresenta relevância sobre os resultados, coincidindo também na ausência de variações sobre seus teores. O principal precursor da lactose em vacas de leite é a glicose, tendo a lactose (glicose+galactose) relação com a regulação da pressão osmótica da glândula mamária, onde a quantidade de água do leite e, conseqüentemente o volume de leite produzido pela vaca, dependem da quantidade de lactose secretada na glândula mamária (BRITO et al., 2007). Porém, a produção tenderá a apresentar o mesmo teor de lactose, e não aumento da percentagem dessa no leite, como observado na presente pesquisa. Constata-se assim a importância de fornecimentos de água que atendam às exigências dos animais para produção de leite, tendo a palma forrageira então importante função pela alta concentração de umidade.

A média percentual dos minerais encontrados para os níveis de substituição foi de 0,85. Os principais minerais encontrados no leite são o cálcio e o fósforo, que são basicamente associados com a estrutura das micelas. A matéria mineral presente no leite assim como a lactose, apresenta baixa variabilidade em suas concentrações, portanto é difícil aumentar o conteúdo de cálcio do leite incrementando-o na dieta, uma vez que há um equilíbrio entre o cálcio sanguíneo e o cálcio do esqueleto (GONZÁLEZ, 2001). Porém, os teores de minerais obtidos no leite das vacas experimentais se encontram no padrão, que geralmente se mantém entre 0,8% (REIS, 2012). Auxiliarmente, as dietas possuíram misturas minerais balanceadas de forma individual para suas composições, complementando os ingredientes da dieta para atingir a exigência de minerais no momento da formulação da ração.

Quanto aos teores de ST, suas variações mantém uma relação direta com as mudanças presente no teor de gordura do leite (CUNHA FILHO et al., 2007), além de possuir correlação negativa com a produção de leite, já que o aumento desta tende a diluir os componentes dos ST (GALVÃO JÚNIOR et al., 2010). Como no presente estudo não foram relatadas variabilidade para a gordura sobre as dietas experimentais, estes também permaneceram semelhantes.

Considerando que as percentagens de lactose e proteína não sofreram influência sobre os níveis de substituição, o mesmo foi observado para a % de SNG, sendo esses os principais constituintes para essa variável, e que o único componente com capacidade de variação, embora limitada, é a proteína (PERES, 2001).

Mudanças estatísticas também não foram avaliadas ao substituir o milho pela palma forrageira na % de MS das dietas, na composição físico-química para proteína, lactose, minerais e sólidos não gordurosos no experimento realizado por Costa et al. (2010) com cabras alpinas, e para proteína, gordura, lactose e sólidos totais na pesquisa de Goveia et al. (2016) com cabras mestiças.

Para vacas da raça Guzerá, Ribeiro (2009) avaliando ordens de parto encontraram teores de gordura, proteína, lactose, SNG e ST de até 4,93, 3,91, 4,55, 9,52 e 14,44 % respectivamente para vacas multíparas, que se apresentaram pouco inferiores ao presente estudo mas comprovando o potencial da raça de proporcionar altos percentuais dos sólidos. Galvão Júnior et al. (2010) em controle leiteiro realizado na 46^a Exposição Agropecuária de Parnamirim – RN, relataram médias para os mesmos teores de 4,48, 3,88, 4,82, 9,68 e 14,16% respectivamente, para vacas zebuínas (Guzerá, Sindi e Gir) que apresentavam produção de leite diária semelhante a do referente estudo.

Pôde-se constatar também, que não houve efeito estatístico ($P > 0,05$) para a produção dos constituintes do leite expressos em g/dia (Tabela 6). Esse resultado é advindo das respostas dos teores de produção de leite (Tabela 5) e composição do leite encontrados na pesquisa, onde ambos não apresentaram variações significativas para tratamentos influenciando diretamente na produção dos constituintes diárias.

Em relação ao teor de gordura e sua produção diária, estes não sofreram influência na pesquisa de Oliveira et al. (2007b) substituindo milho por palma forrageira, apresentando média de 3,73% para teores de gordura do leite e 745 g/dia para produção diária do leite, valor este inferior aos percentuais de gordura, porém superior ao trabalho atual (380,07 g/dia) devido as vacas de seu estudo apresentarem potenciais genéticos produtivos de leite bem superiores, com média avaliada de 20,65 kg/dia no experimento.

Vilela et al. (2010) encontraram produções diárias mais próximas a do presente estudo para produção diária de gordura e proteína (540 g/dia e 490 g/dia respectivamente) com dieta contendo 47,3% de palma forrageira e 42,6% de MS/dieta total. Os teores de produção diária também foram superiores à presente pesquisa, novamente devido à produções de leite bem superiores (14,7 kg/dia).

Esses resultados de produção e composição do leite destacam que a substituição do milho pela palma pode proporcionar maiores lucratividades em núcleos produtivos presentes nessas condições, devido a palma forrageira apresentar amplo cultivo e disponibilidade na região semiárida, possuindo custo inferior ao milho que apresenta em algumas localidades da região Nordeste, dificuldades de cultivo. Complementar a isso, ainda se apresenta como fonte natural de água, diminuindo a necessidade de água de bebida que se apresenta como um recurso escasso nessas regiões (WANDERLEY et al., 2002) limitando a produção agropecuária. A ausência de efeito sobre o consumo, produção e composição de leite decorreu-se também das vacas serem de média produtividade, onde se apresentassem alta produtividade de leite talvez a palma forrageira não conseguiria suprir as exigências de energia diárias dos animais.

Sugere-se que essa substituição para vacas Guzerá em lactação seja mais estudada, principalmente na complementação com uma análise econômica para comprovar os ótimos resultados que este valioso recurso nutricional das regiões semiáridas proporciona na redução dos custos de produção do pecuarista localizado principalmente no Nordeste Brasileiro.

6. CONCLUSÃO

É possível substituir em até 100% a energia advinda do milho por palma forrageira em dietas com silagem de sorgo como fonte de volumoso, resultando em redução na ingestão de água via bebedouro e sem afetar o desempenho produtivo e composições físico-químicas do leite de vacas Guzerá multíparas de média produção.

7. REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, G. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus*) na recria de bezerros mestiços suplementados em pastagens no semiárido baiano. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

ABREU, K. S. F. et al. Quality of meat from sheep fed diets containing spineless cactus (*Nopalea cochinillifera* Salm Dyck). **Meat Science**, v. 17, 2018.

AGUIAR, M. S. M. A. et al. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015.

ALBUQUERQUE, A. G. O Sistema São Benedito como proposta de produção agroecológica no Semiárido Brasileiro. 2012. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 116-134, 2011.

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.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 8-14, 2012.

AMARAL, S. A. et al. Comportamento de linhagens de sorgo forrageiro submetidas a déficit hídrico sob condição controlada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 973-979, 2003.

ARAÚJO NETO, R. A. A. et al. Desenvolvimento do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) forrageiro submetido a diferentes tipos e doses de adubação orgânica. **Revista Ciência Agrícola**, v. 12, n. 1, p. 31-40, 2014.

ARAÚJO, P. R. B. et al. Substituição do Milho pela Palma Forrageira em Dietas para Vacas em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1850-1857, 2004.

ARNAUD, B. L. et al. Efeitos da substituição do feno de capim-tifton e do farelo de milho pela palma forrageira e pelo farelo de soja sobre a ingestão de alimentos e parâmetros fisiológicos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 4, p. 475-482, 2005.

ASSIS, J. G. A. et al. Conservação *Ex Situ*. In: SILVA, S. R.; ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. (ORG.). **Plano de Ação Nacional para Conservação das Cactáceas: Série Espécies Ameaçadas nº 24**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011, p. 46-54.

BATISTA, A. M. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 440-445, 2003.

BEHLING NETO, A. et al. Nutritional value of sorghum silage of different purposes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 3, p. 288-299, 2017.

BISPO, S. V. et al. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2024-2031, 2010.

BOYD, J. A. et al. Performance of Lactating Dairy Cows Fed Diets Based on Sorghum and Ryegrass Silage and Different Energy Supplements. **The Professional Animal Scientist**, v. 24, n. 4, p. 349-354, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel**. Instrução Normativa nº 62. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Decreto nº 9.013. Brasília, 2017.

BRITO, M. A. et al. **Composição do leite**. Agência de Informação Embrapa, Agronegócio do Leite, 2007. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_193_21720039246.htm
1. Acesso em: 18 de novembro de 2018.

BUSO, W. H. D. et al. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, v. 5, n. 23, 2011.

CÂNDIDO, E. P. et al. Ingestive behavior of Guzerat and Sindhi heifers under the effects of feed restriction. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 3, p. 297-303, 2012.

CÂNDIDO, E. P. et al. Resposta econômica do confinamento de ovinos alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 79-85, 2015.

CÂNDIDO, M. J. D. et al. Cultivo da palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**, v.7, n. 3, p. 1-7, 2013.

CARDOSO, R. B. et al. Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 113-126, 2017.

CASTRO, F. M. **Produção e silagem de sorgo forrageiro em função do espaçamento e do manejo de plantas daninhas**. 2018. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

CATTANI, M. et al. Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, p. 8-15, 2017.

CAVALCANTI, C. V. A. et al. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 689-693, 2008.

COBUCCI, J. A. et al. Curva de lactação na raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1332-1339, 2000.

CONCEIÇÃO, M. G. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 158-164, 2016.

CORDOVA-TORRES, A. V. et al. 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, C. T. F. et al. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. **Livestock Science**, v. 188, p. 55-60, 2016.

COSTA, D. A. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas à dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 2001-2010, 2011.

COSTA, R. G. et al. Chemical composition of milk from goats fed with cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in substitution to corn meal. **Small Ruminant Research**, v. 94, n. 1-3, p. 214-217, 2010.

COSTA, R. G. et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v. 82, n. 1, p. 62-65, 2009.

COSTA, R. G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 1, p. 13-17, 2012a.

COSTA, R. G. et al. Feeding behavior and performance of sheep fed cactus pear in substitution of corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 11, p. 785-791, 2013.

COSTA, R. G. et al. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 432-437, ago, 2012b.

CUNHA FILHO, L. F. C. et al. Avaliação da produção de leite e contagem de células somáticas em bovinos leiteiros suplementados com *Saccharomyces cerevisiae* como fonte de zinco orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 685-694, 2007.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Viçosa: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Animal (INCT), 2012, 214 p.

DIAS, M. et al. Sazonalidade dos componentes do leite e o programa de pagamento por qualidade. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1712-1728, 2015.

DINIZ, W. J. S. et al. Forage cactus-sorghum intercropping at different irrigation water depths in the Brazilian Semiarid Region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 9, p. 724-733, 2017.

DOMINGUES, O. **O Zebu - Sua Reprodução e Multiplicação Dirigida**. 4º ed. São Paulo: Nobel, 1975. 188p.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4º Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 331 p.

ÉDER-SILVA, E. et al. Sistemas de captação de água *in situ* sobre o crescimento e rendimento do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 48-58, 2016.

ELIAS, O. F. A. S. et al. Características agrônômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco. **Revista Ciência Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2017.

FELIX, S. C. R. et al. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 2, p. 465-468, 2016.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, M. A. et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de vacas leiteiras**. 1º Ed. Recife: Editora UFRPE, 2011. 40p.

FERREIRA, M. A. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009.

FERREIRA, M. A. et al. The Use of Cactus as Forage for Dairy Cows in Semi-Arid Regions of Brazil. In: KONVALINA, P. (ORG.). **Organic Farming and Food Production**. Londres: Ed. InTechOpen, 2012, p. 171-189.

FERREIRA, P. D. S. et al. Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanese*) em diferentes fases fenológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 377-390, 2015.

FONSECA, et al. Retelling the recent evolution of genetic diversity for Guzerá: Inferences from LD decay, runs of homozygosity and Ne over the generations. **Livestock Science**, v. 193, p. 110-117, 2016.

FONSECA, P. A. S. et al. Reducing cryptic relatedness in genomic data sets via a central node exclusion algorithm. **Molecular Ecology Resources**, v. 18, n. 3, p. 435-447, 2018.

FORDHAM, A. S. F. **Análise do pró-genética em municípios selecionados do triângulo mineiro, Brasil**. 2013. 138 f. Dissertação (Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 59, p. 185-197, 1996.

FROTA, M. N. L. et al. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. Embrapa Meio-Norte/Documentos, Teresina – PI, Brasil, 2015.

FUKUMOTO, N. M et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1548-1557, 2010.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 25-30, 2010.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 2014.

GARCEZ, **Farelo de palma forrageira (*Nopalea cochinillifera* Salm Dyck) na dieta de equinos**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

GETACHEW, G. et al. Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. **American Journal of Plant Sciences**, v. 7, p. 1106-1121, 2016.

GOIS, G. C.; ORESKA, D.; CARNEIRO, G. G. Espécies forrageiras ou com potencial forrageiro. In: RIBEIRO, W. S. R.; SILVA, F. C. S.; COSTA, E. R.; SILVA, S. M.; ECULICA, G. C. (ORG.). **A palma e a sua importância no nordeste brasileiro**. 1º Ed. Brasília: Ed. Kiron, 2013, p. 45-56.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (ORG.). **Uso do leite para**

monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. 1º Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2001, p. 5-22.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 3º Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2017, 538p.

GOVEIA, J. S. S. et al. Partial replacement of corn by forage cactus in the diets of lactating goats. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 969-976, 2016.

GRÜN WALDT, J. M.; GUEVARA, J. C.; GRÜN WALDT, E. G. Review of scientific and technical bibliography on the use of *Opuntia* spp. as forage and its animal validation. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 17, p. 13-32, 2015.

HALL, M. B. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v. 79, p. 2079-2086, 1999.

IBGE. **Censo agropecuário 017.** 2017. Disponível em:

https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76582. Acesso em: 15 out. 2018.

INGVARTSEN, K. L.; AAES, O.; ANDERSEN, J. B. Effects of pattern of concentrate allocation in the dry period and early lactation on feed intake and lactational performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 71, p. 207-221, 2001.

KHOSRAVI, M. et al. Total replacement of corn silage with sorghum silage improves milk fatty acid profile and antioxidant capacity of Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 2018.

KIMBER, C. T.; DAHLBERG, J. A.; KRESOVICH, S. The Gene Pool of *Sorghum bicolor* and Its Improvement. In: PATERSON, A. H. (ORG.). **Genomics of the Saccharinae.** 11º Ed. Berlin: Ed. Springer, 2013, p. 23-41.

LEÃO, G. F. M. Et al. Melhoramento genético em zebuínos leiteiros – uma revisão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 09-14, 2013.

LIMA, A. G. V. O. et al. Produção de Leite e Custos de Alimentação de Cabras Alimentadas com Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) em Substituição ao Farelo de Milho. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 68-71, 2010b.

LIMA, A. G. V. O. et al. Utilização da Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) em Substituição ao Farelo de Milho por Cabras em Lactação e sua Contribuição como Fonte de Água. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 64-67, 2010a.

LIMA, R. M. B. et al. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

LIMA, T. J. Ruminal and morphometric parameters of the rumen and intestines of sheep fed with increasing levels of spineless cactus (*Nopalea cochinillifera* Salm-Dyck). **Tropical Animal Health and Production**, p. 1-6, ago, 2018.

LINS, S. E. B. **Palma em substituição ao farelo de trigo na dieta de ovinos**. 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Garanhuns, 2014.

LINS, S. E. B. et al. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 1, p. 26-31, 2016.

LLORENTE, F. M. Performance and nutrient digestion of lambs fed incremental levels of wild cactus (*Opuntia leucotrichia*). **Journal of Applied Animal Research**, v. 39, n. 3, p. 248-251, 2011.

LOPES, E. B. Cochonilha-do-Carmim (*Dactylopius coccus*, COSTA): Uma Nova Praga da Palma Forrageira no Cariri Paraibano. **Relatório Técnico-Fitossanitário**. Lagoa Seca, EMEPA – PB. 2001. 20 p.

LOPES, E. B. et al. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 204-215, 2010.

MADALENA, F. E. Animal breeding and development – South American perspective. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 129, n. 3, p. 171-172, 2012.

MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 75-93, 2017.

MARTINS, S. C. S. G. et al. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 691-708, 2011.

MATTER, H. E. 1990. The utilization of *Opuntia* for nutrition of livestock. **Animal Research and Development**, v. 23, n.1, p. 107-115, 1990.

MELO, A. A. S. et al. Substituição Parcial do Farelo de Soja por Uréia e Palma Forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em Dietas para Vacas em Lactação. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MERTENS, D. R. Creating a System For Meeting the Fiber Requiriments of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MONTEIRO, C. C. F. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus (*Opuntia fícus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 7, p. 1149-1154, 2014.

MOURA, M. S. B. et al. Aptidão do Nordeste Brasileiro ao Cultivo da Palma Forrageira sob Cenários de Mudanças Climáticas. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3, 2011, Juazeiro. Experiências para mitigação e adaptação. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

MÜLLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais ruminantes – Uma Revisão. **Revista Varia Scientia**, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7º Ed. Washinton, D.C.: National Academy Press, 2001, 381 p.

NEVES, A. L. A. et al. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. 2010. 1º Ed. **Comunicado Técnico** – Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora. 8p.

NOLLER, C. H.; MOE, P. W. Determination of NRC energy and protein requirements for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia, 1995, p. 53-76.

NORO, G. et al. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite de rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1129-1135, 2006.

- OLIVEIRA, A. S. C. et al. A palma forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011a.
- OLIVEIRA, J. P. F. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 529-536, 2017.
- OLIVEIRA, T. S. et al. Desempenho produtivo de vacas recebendo dietas com capim-elefante submetido a diferentes adubações e níveis de concentrado. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 452-461, 2011b.
- OLIVEIRA, V. S. et al. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007b.
- OLIVEIRA, V. S. et al. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1419-1425, 2007a.
- PAIM, L. M. R. F. **A fitossanidade de cereais armazenados em Angola**. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- PAIVA, V. R. et al. Teores proteicos em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1183-1191, 2013.
- PEIXOTO, M. G. C. D. et al. Genetic basis and inbreeding in the Brazilian Guzerat (*Bos indicus*) subpopulation selected for milk production. **Livestock Science**, v. 131, n. 2-3, p. 168-174, 2010.
- PEIXOTO, M. G. C. D. Et al. Impact of Milk Production Breeding Program on the Guzerat (*Bos indicus*) Population Parameters in Brazil. **Interbull Bulletin**, n. 40, p. 89-93, 2009.
- PEIXOTO, M. G. C. D. et al. Random regression models to estimate genetic parameters for milk production of Guzerat cows using orthogonal Legendre polynomials. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 373-383, 2014.

PERAZZO, A. F. et al. Agronomic Evaluation of Sorghum Hybrids for Silage Production Cultivated in Semiarid Conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017.

PERAZZO, A. F. et al. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1771-1776, 2013.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (ORG.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. 1º Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2001, p. 30-45.

PESSOA, R. A. S. et al. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. **Archivos de Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 309-320, 2004.

PIGNATA, M. C. et al. Estudo comparativo da composição química, ácidos graxos e colesterol de leites de búfala e vaca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 226-233, 2014.

RAMOS, A. O. et al. Associação de palma forrageira com feno de maniçoba ou silagem de sorgo e duas proporções de concentrado na dieta de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 189-197, 2015.

RAMOS, J. P. F. et al. Crescimento e produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 8, 2017a.

RAMOS, J. P. F. et al. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

RAMOS, J. P. F. Fontes de volumoso em dieta para cabras Anglo Nubiana em lactação: Consumo, Digestibilidade e Comportamento ingestivo. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v. 18, n. 3, p. 01-20, 2017b.

RANGEL, A. H. N. et al. Estimation of genetic and phenotypic trends for dairy traits of Gyr and Guzerá breeds. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.

REIS, A. M. **Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2012.

REZENDE, A. V. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

RIBEIRO, A. B. et al. Produção e composição do leite de vacas Gir e Guzerá nas diferentes ordens de parto. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 46-51, 2009.

RIBEIRO, J. S. et al. Spineless cactus associated with Tifton hay or sugarcane bagasse may replace corn silage in sheep diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 5, p. 995-1000, 2017.

ROMPA, P.; CAVALARI, C. H. M. Volume e composição do leite das raças zebuínas. **Caderno de Pós-Graduação da Fazu**, v. 2, 2011.

ROOKE, J. A.; HATFIELD, R. D. Biochemistry of Ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (ORG.). **Silage Science and Technology**. Nº 42. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 95-139.

ROSA, P. P. et al. Qualidade do leite de vacas primíparas e múltiparas de um rebanho Jersey no Sul do Rio Grande do Sul. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2016, Santa Maria. Cinquenta Anos de Zootecnia no Brasil. **Anais...** Santa Maria: UFRRS, 2016.

ROSSE, I. C. et al. Whole genome sequencing of Guzerá cattle reveals genetic variants in candidate genes for production, disease resistance, and heat tolerance. **Mamm Genome**, v. 28, n. 1-2, p. 66-80, 2017.

RUAS, J. R. M. et al. Efeito da base genética materna e da estação de parição sobre variáveis produtivas de fêmeas primíparas Holandês x Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p. 218-224, 2007.

SALES, A. T. et al. Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimataú Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, n.1, p. 19-24, 2013.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da Palma. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (ORG.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2º Ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005, p. 43-55.

SANTANA JÚNIOR, M. L. et al. Structure and genetic diversity of Brazilian Zebu cattle breeds assessed by pedigree analysis. **Livestock Science**, v. 187, p. 06-15, 2016.

SANTANA, O. P. et al. Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, n.1, p. 31-40, 1972.

SANTOS, D. J. A. et al. Genetic parameters for test-day milk yield, 305-day milk yield, and lactation length in Guzerat cows. **Livestock Science**, v. 152, p. 114-119, 2013.

SANTOS, D. J. A. et al. Predicting breeding values for milk yield of Guzerá (*Bos indicus*) cows using random regression models. **Livestock Science**, v. 167, p. 41-50, 2014.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de Proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (ORG.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 255 – 286.

SANTOS, F. C. et al. Identification of Candidate Genes for Reactivity in Guzerat (*Bos indicus*) Cattle: A Genome-Wide Association Study. **Plos One**, v. 12, n. 1, 2017.

SANTOS, M. V. F. et al. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 33-37, 1998.

SANTOS, M. V. F. et al. 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.

SANTOS, M. V. F. S. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 5, p. 1695-7504, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. 3º Ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

SILVA, J. C. P. M.; VELOSO, C. M. **Raças de Gado Leiteiro**. 1º Ed. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2011, 149 p.

SILVA, J. G. M. et al. **Desempenho de cabras leiteiras no semiárido brasileiro alimentadas com cactáceas nativas e introduzidas**. Natal, Rio Grande do Norte, EMPARN, 2016. 24p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

SILVA, L. P. C. et al. 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. R. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 317-324, 2007.

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. (ORG.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2º Ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005, p.13-26.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 2, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, P. G. R. et al. Características agronômicas do sorgo forrageiro submetido à lâminas de irrigação e cobertura morta no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 2239-2238, 2017.

SOUZA, V. M. et al. Efeito de níveis crescentes de ureia na alimentação de vacas sobre o rendimento, composição, perfil de ácidos graxos e sensorial do queijo minas frescal. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 22, n. 2, p. 107-113, 2015.

STELLA, L. A. et al. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 73-79, 2016.

SUASSUNA, P. Tecnologia do cultivo intensivo de Palma – TCIP. **Cactusnet Newsletter**, n. 13, p. 51-63, jan, 2013. Actas de la Segunda Reunión para el Aprovechamiento Integral de la Tuna y otras Cactáceas y I Reunión Sudamericana CACTUSNET FAO-ICARDA, Santiago del Estero, 2012.

TEIXEIRA, R. M. A. et al. Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2527-2534, 2010.

TEIXEIRENSE, S. G. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sorgo granífero**. 2015. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

TOLENTINO, D. C. et al. The quality of silage of different sorghum genotypes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 143-149, 2016.

VASCONCELOS, A. G. V. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

VERAS, R. M. L. et al. Farelo de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em Substituição ao Milho. Digestibilidade Aparente de Nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1302-1306, 2002.

VERAS, R. M. L. et al. Substituição do Milho por Farelo de Palma Forrageira em Dietas de Ovinos em Crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 249-256, 2005.

VERMUELEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J. S. I. Climate Change and Food Systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 37, p. 195-222, jul, 2012.

VERNEQUE, R. S. et al. Constituintes do leite nas raças Gir e Guzerá leiteiras. In: CARVALHO, L. A.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C. et al. (ORG.). **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 137-9, 2005.

VIANA, S. P. O emprego da palma na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento de Produção Animal, 1965, v. 2, p. 1461-1464.

VIEIRA, E. L. et al. 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. 4, p. 199–208, 2008.

VILELA, M. S. et al. Evaluation of feeding supply and forage cactus processing for lactation cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2744-2752, 2010.

VOLTOLINI, T. V. et al. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

WANDERLEY, W. L. et al. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 745-754, 2012.

WLODARSKI, L. et al. Microbiota ruminal: diversidade, importância e caracterização. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 11, 2017.

ZÃNUDO-HERNÁNDEZ, J. et al. Ecophysiological responses of *Opuntia* to water stress under various semi-arid environments. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 12, p. 20-36, 2010.