

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

**PALMA FORRAGEIRA: MORFOMETRIA E SILAGEM NA
FORMA DE RAÇÃO COMPLETA**

LÍDIA LIDIANE FARIAS

AREIA - PB

2018

LÍDIA LIDIANE FARIAS

**PALMA FORRAGEIRA: MORFOMETRIA E SILAGEM NA
FORMA DE RAÇÃO COMPLETA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado do Curso de
Zootecnia no 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 Aline Mendes Ribeiro Rufino

AREIA – PB

2018

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F224p Farias, Lidia Lidianne.

Palma Forrageira: Morfometria e Silagem na Forma de
Ração Completa / Lidia Lidianne Farias. - João Pessoa,
2018.

45 f.

Orientação: Aline Mendes Ribeiro Rufino Rufino.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Nopalea, Opuntia, Crescimento inicial, ensilagem. I.
Rufino, Aline Mendes Ribeiro Rufino. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

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

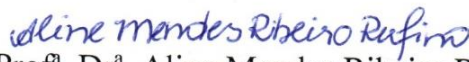
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 07/12/2018.

**“PALMA FORRAGEIRA: MORFOMETRIA E SILAGEM NA FORMA
DE RAÇÃO COMPLETA”**

Autor: **LÍDIA LIDIANE FARIAS**

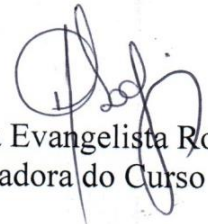
Banca Examinadora:


Prof.^a Dr.^a Aline Mendes Ribeiro Rufino
Orientadora


Prof.^a Dra. Betina Raquel Cunha dos Santos
Examinadora – UFPB


MSc. Alex Lopes da Silva
Examinador – PDIZ/UFPB


Josemberto Rosendo da Costa
Secretário do Curso


Prof.^a Adriana Evangelista Rodrigues
Coordenadora do Curso

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, sou grata a DEUS por Seus cuidados em minha vida e por tudo que me permite alcançar, sem Ele nada sou.

A minha família, em especial a minha mãe Nazarina Francisca da Silva por toda a força e apoio nos momentos de maiores dificuldades, a qual não mediu esforços para que eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Ao meu padrinho, Adão Francisco José da Silva, que sempre me incentivou a não desistir da minha vida acadêmica apesar das circunstâncias.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Aline Mendes Ribeiro Rufino, por sua paciência na orientação e por ser uma excelente profissional.

A Prof^a. Dr^a Betina Raquel Santos por sua preocupação e gentileza durante todo o meu período experimental.

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos contribuindo para o processo de formação profissional e até mesmo desenvolvimento pessoal.

Aos integrantes do Laboratório de Forragicultura: Alexandre Perazzo, Gildênia Pereira, Rafael, Naysson, especialmente Alex Lopes por seu apoio quando mais precisei.

A todos que contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento deste trabalho, Ricardo Araújo, Aderson Pedro de Moraes, Natália Viana, José Eduardo, Isabel Medeiros, Victor Martins e Lucas Borges que estavam ao meu lado em situações adversas, me dando forças para continuar a jornada, Orlando Medeiro, Tamires Macêdo, Fernanda Ferreira.

A Begna Janine da Silva, por sempre me ajudar, pela sua amizade, por sua preocupação e pela contribuição na construção do TCC, você faz parte dessa conquista.

Aos amigos que o CCA me deu de presente, Nerianne Lima, Tacieli Bezerra, Renan Nogueira, Jamily Miranda, Karen Ramos.

Á todos os funcionários da Estação Experimental de São João do Cariri e do CCA, por nos tratar tão bem, e serem tão prestativos.

A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 O Semiárido Brasileiro	15
2.2 Utilização e manejo da palma forrageira no semiárido brasileiro	16
2.3 Uso da palma na forma de silagem.....	18
2.4 Características produtivas e morfométricas da palma forrageira	19
2.5 Potencial da utilização de forrageiras da caatinga na alimentação animal.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise Física, Química e Fertilidade do Solo da área experimental.....	24
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química da dieta.....	28
Tabela 3. Características morfológicas de palmas forrageiras Orelha de elefante e miúda no período de estabelecimento em área do Brejo Paraibano.....	31
Tabela 4. Características morfogênicas e área de cladódios de palmas forrageiras Orelha de elefante e miúda no período de estabelecimento em área do Brejo Paraibano.....	32
Tabela 5. Valores médios de recuperação de matéria seca (RMS), perdas por efluentes (PE) e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) das silagens de palma na forma de ração completa.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), umidade Relativa (%), precipitação pluvial (mm) e insolação (h) obtidas na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias - UFBP - Areia Paraíba, de julho de 2018 a novembro de 2018.....	23
Figura 2. Croqui da área experimental de Palma miúda e Orelha de elefante no município de Areia-PB.....	25
Figura 3. Cladódios com marcações para avaliações das características morfométricas.....	26
Figura 4. pH de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura.....	33
Figura 5. Temperatura das silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos após 30 dias de ensilagem ao longo do período de exposição aeróbia.....	34
Figura 6. Temperatura das silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos após 60 dias de ensilagem ao longo do período de exposição aeróbia.....	34
Figura 7. Recuperação de matéria seca (RMS) de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura.....	38
Figura 8. Nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – área do cladódio

AP – altura da planta

ASA – amostra seca ao ar

ASE – amostra seca em estufa

CAM – metabolismo ácido das crassuláceas

CAT – catingueira

CC – comprimento do cladódio

CCA – centro de ciências agrárias

CE – capim elefante

DIC - delineamento inteiramente casualizado

EC – espessura do cladódio

et al – “e outros” ou “colaboradores” expressão latina mencionada pela NBR 6023:2002

FT – feno de tifton

HCN – ácido cianídrico

LC – largura do cladódio

LP – largura da planta

MAN - maniçoba

MS – matéria seca

NC – número de cladódios

N-NH₃ – nitrogênio amoniacal

PB – Paraíba

PC – perímetro do cladódio

PE – perdas por efluentes

PER – pereiro

pH – potencial hidrogeniônico

PVC – policloreto de vinila

RMS – recuperação de matéria seca

TAC – taxa de alargamento do cladódio

TAIC – taxa de alongamento do cladódio

TApC – taxa de aparecimento do cladódio

TEC – taxa de espessamento do cladódio

Test – testemunha

TNT – tecido não tecido

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

SAS – *Statistical Analyses System*

PALMA FORRAGEIRA: MORFOMETRIA E SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO COMPLETA

RESUMO: Devido a irregularidade das chuvas no semiárido, a produção de alimentos para os animais é um dos maiores desafios no período de estiagem, onde a palma forrageira apresenta um excelente potencial de utilização na alimentação animal. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento inicial, por meio de características morfométricas e morfogênicas das variedades de palma miúda e orelha de elefante no Brejo Paraibano, bem como avaliar o padrão fermentativo e perdas de silagens de palma miúda na forma de ração completa confeccionadas com a inclusão de plantas forrageiras. Foram conduzidos dois experimentos no município de Areia-PB. No primeiro, foram realizadas avaliações das características morfométricas e morfogênicas das palmas miúda e orelha de elefante. No segundo, foi confeccionada silagem utilizando a variedade miúda, onde as parcelas constituíram-se de cinco fontes de volumosos (Feno de Capim Tifton, Catingueira, Maniçoba, Pereiro e Capim Elefante) em dois tempos de aberturas dos silos (30 e 60 dias) para avaliar o padrão fermentativo e perdas. Para as características morfométricas constatou-se que houve diferença significativa nos parâmetros largura de cladódio (LC), perímetro de cladódio (PC), altura da planta (AP) e número de cladódio (NC), onde a variedade Orelha de elefante apresentou maior LC (11,5 cm) e PC (39,1 cm) e a palma miúda maior AP (32,4 cm) e NC (3,23). Quanto as características morfogênicas houve diferença significativa na taxa de aparecimento de cladódio (TapC), a qual foi maior na palma miúda ($0,040 \text{ clad/dia}^{-1}$). A área de cladódio (AC) apresentou-se maior na orelha de elefante. Para as características da ensilagem, os valores de pH adequados foram encontrados nos tratamentos com Feno de Tifton (4,17) e Catingueira (4,11) aos 30 dias de ensilagem, onde os demais tratamentos apresentaram valores acima do máximo preconizado, apesar disso, não houve quebra da estabilidade. Em relação a recuperação de matéria seca ($P = 0,001$) e nitrogênio amoniacal ($P < 0,001$) houve interação Tratamento x Tempo. Contudo, para a variável perdas por efluentes, houve efeito apenas para o tempo de ensilagem, sendo as perdas maiores aos 60 dias (6,56%). Conclui-se que o crescimento inicial da palma miúda é superior ao da orelha de elefante e que a ração completa contendo palma forrageira apresentou melhor qualidade aos 30 dias de ensilagem.

Palavras-chave: *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, *Opuntia tuna* (L.) Mill, Crescimento inicial, ensilagem.

PALMA FORRAGEIRA: MORPHOMETRY AND SILAGE IN THE FORM OF FULL RATION

ABSTRACT: Due to irregular rainfall in the semiarid region, the production of animal feed is one of the greatest challenges in the dry season, where forage palm has an excellent potential for use in animal feed. The objective of this work was to evaluate the initial growth, by means of morphometric and morphogenic characteristics of the small palm and elephant ear varieties in the Brejo Paraibano, as well as to evaluate the fermentative pattern and losses of small palm silages in the form of complete with the inclusion of forage plants. Two experiments were conducted in the city of Areia-PB. In the first, evaluations of the morphometric and morphogenic characteristics of the small and elephant palms were performed. In the second one, silage was made using the small variety, where the plots consisted of five sources (Tifton Grass Hay, Catingueira, Maniçoba, Pereiro and Capim Elefante) in two opening times of the silos (30 and 60 days) to evaluate the fermentative pattern and losses. For the morphometric characteristics, it was verified that there was a significant difference in the parameters cladodium width (CL), cladode perimeter (PC), plant height (AP) and cladode number (NC), where elephant ear variety presented higher LC (11,5 cm) and PC (39,1 cm) and the smallest palm AP (32,4 cm) and NC (3,23). Regarding the morphogenic characteristics, there was a significant difference in the rate of appearance of cladodium (TapC), which was higher in the small palm (0,040 clad/dia⁻¹). The area of cladodium (AC) was higher in the elephant ear. For the ensilage characteristics, adequate pH values were found in the treatments with Tifton Hay (4,17) and Catingueira (4,11) at 30 days of silage, where the other treatments presented values above the recommended maximum, despite this, there was no break in stability. In relation to the recovery of dry matter ($P = 0.001$) and ammoniacal nitrogen ($P < 0.001$) there was interaction Treatment x Time. However, for the effluent losses variable, there was only effect for silage time, with losses greater than 60 days (6,56%). It was concluded that the initial growth of the small palm is superior to that of the elephant ear and that the complete feed containing palm forage presented better quality at 30 days of silage.

Keywords: *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, *Opuntia tuna* (L.) Mill, Initial growth, silage.

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por ter baixos índices pluviais e passar por longos períodos de estiagem com elevadas temperaturas, o que ocasiona um déficit na produção de forragem provocando a busca por opções de plantas forrageiras adaptadas a região, visando uma produção que supra as exigências de manutenção e produtividade animal a baixo custo, no período de seca (BISPO et al., 2007). É sabido que a vegetação predominante desta região é a caatinga, a qual se constitui na mais importante fonte de alimentação para os rebanhos, chegando a participar em até 90% da dieta de caprinos e ovinos. Contudo, devido a irregularidade das chuvas, os rebanhos ficam susceptíveis à estacionalidade da produção de forragem, o que deixa os produtores sem muitas opções alimentares, tornando assim, a produção de alimentos um dos maiores desafios no período de estiagem (GONZAGA NETO et al., 2001).

A palma forrageira que possui excelente potencial forrageiro e utilização na alimentação animal, também é caracterizada por se adaptar as condições edafoclimáticas da região semiárida, por suportar elevadas temperaturas e longos períodos de restrição hídrica, além de conter mecanismos morfofisiológicos que possibilitam maior absorção das águas das chuvas reduzindo sua perda por evapotranspiração (KIESLING, 2001). Isso ocorre por apresentarem processo fotossintético denominado metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) (TAIZ e ZEIGER 2013). Assim, palma torna-se relevante como principal recurso forrageiro para a região semiárida do nordeste, sobretudo na estação seca do ano, apresentando-se de maneira significativa na sustentabilidade da pecuária regional, a qual é fortemente atingida pela escassez de alimentos, sendo assim uma opção econômica, em virtude da variedade de produtos e subprodutos que pode se extrair da mesma (OLIVEIRA, 2008).

No entanto, este alimento apresenta limitações em relação ao seu conteúdo de proteína e de fibra, não suprimindo as necessidades nutricionais do rebanho e podendo provocar distúrbios metabólicos, tais como diminuição da ruminação e diarreias, quando fornecida isoladamente (ALMEIDA, 2012), sendo importante complementá-la com volumosos ricos em fibra, como silagens, feno e capins secos (ALBUQUERQUE et al., 2002). Essa estratégia de misturar a palma a outros ingredientes da dieta animal

melhora o consumo de fibra, aumentando assim o consumo eficaz dos nutrientes (SOUZA et al., 2010).

Segundo Campos et al. (2017) a utilização racional das plantas nativas do semiárido consorciadas com plantas cultivadas que sejam resistentes ao clima e adaptadas ao solo, junto com a conservação do excesso das forragens no período das chuvas, na forma de fenação ou silagem, representa uma alternativa para o período de escassez.

O fornecimento adequado de nutrientes é importante tanto para a saúde quanto para a produção do animal, e estes, devem ser alimentados com a quantidade correta, utilizando rações à base de dieta total, promovendo a combinação que forneça um equilíbrio de nutrientes evitando excessos ou deficiências (COGAN et al., 2016). Para Pessoa et al. (2004), a mistura de todos os ingredientes de forma homogênea (ração completa) proporciona um processo de fermentação ruminal mais uniforme e consequentemente o melhor aproveitamento dos nutrientes, além disso, possibilita alimentar um grande número de animais.

A quantidade e a qualidade da forragem são fatores que determinam a produção animal, assim como sua utilização no uso da água, tendo em vista o suprimento da demanda de água necessária do corpo, sendo importante, então, buscar estratégias de conservação e cultivo de plantas adaptadas às condições semiáridas, sendo uma opção viável para esta região (RAMOS et al., 2016).

Diante do exposto, pode-se dizer que o fornecimento de uma silagem de ração completa para o animal, a qual seja rica em nutrientes e água, em regiões áridas e semiáridas, é algo importante de ser estudado, visando melhor aproveitamento da utilização da palma forrageira para essas regiões. Além disso, faz-se necessário a realização de pesquisas sobre o cultivo da palma na região do Brejo Paraibano, pois esta região apresenta particularidades climáticas e ambientais em relação às demais áreas áridas e semiáridas do nordeste.

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento inicial, por meio de características morfométricas e morfogênicas das variedades de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de Elefante (*Opuntia tuna* (L.) Mill) no Brejo Paraibano, bem como avaliar o padrão fermentativo e perdas de silagens de palma miúda na forma de ração completa confeccionadas com a inclusão de plantas forrageiras nativas e cultivadas da caatinga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Semiárido Brasileiro

A área territorial do nordeste brasileiro corresponde a 18,27% do território nacional, possuindo uma área de 1.561.177,80 km², onde desta, 962.857,30 km² está inserido o semiárido brasileiro, o qual corresponde a 53% da área territorial total do nordeste, que apresentam condições climáticas diferenciadas do restante do país, apresentando, no entanto, contingente populacional considerável (ARAÚJO, 2011). A área de domínio da caatinga corresponde a 55,60% do nordeste brasileiro.

Caracterizado por ser quente, seco e de baixo índice pluviométrico pluvial, o clima semiárido apresenta prolongados períodos secos e chuvas ocasionais que são concentradas em poucos meses do ano, onde as altas temperaturas com pequena variação anual contribuem efetivamente para a evapotranspiração, a qual determina o alto déficit hídrico da região (ARAUJO FILHO & ARAUJO, 2002).

Além disso, a maioria dos solos dessas áreas apresentam baixa capacidade de retenção de água por causa de suas características físicas (ALMEIDA 2012). Os mais comuns são os dos tipos sedimentares arenosos ou de origem arqueana, pobres em matéria orgânica (menos de 1%), rasos e pedregosos, silicosos ou sílico-argilosos, muitos secos, quase sem húmus, alcalinos ou salinos e poucos permeáveis (DUQUE, 2004). Segundo Silva et al. (2005) os solos que abrangem essa região são os Latossolos, os Argissolos, os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, os Planossolos e os Vertissolos.

Um fator que marca a região do semiárido é a vegetação da Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro (SILVA et al., 2003), o qual abrange uma área correspondente a aproximadamente 70% da região Nordeste, 11,39% do território nacional e 92% do estado da Paraíba (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005)

As condições naturais do solo, a diversidade climática e a falta de tecnologias adequadas estão entre os principais desafios que restringem a produção agrícola nessas regiões (CASTRO, 2012). Em relação a pecuária nessa região, o grande desafio é utilizar os recursos desse bioma que apresenta uma alta biodiversidade, se destacando na formação vegetal xerófila (ANDRADE-LIMA, 1981), rica em espécies forrageiras, onde a medida que a estação seca vai progredindo, a disponibilidade de folhas secas e arbustos se destacam e essas espécies se tornam cada vez mais importante na dieta dos animais, principalmente dos caprinos e ovinos (PETER, 1992) podendo participar de até 90% da dieta desses animais (GONZAGA NETO et al., 2001).

Dentre as várias famílias de plantas que existem nestas áreas, as cactáceas representam uma das mais importantes, devido aos seus mecanismos de adaptação à escassez de água, o que proporciona que esta seja perene em ambientes que algumas vezes são de extrema condição de aridez (ROJAS-ARÉCHIGA e VÁZQUEZ-YANES, 2000; ARAÚJO et al., 2004)

2.2 Utilização e Manejo da Palma Forrageira no Semiárido Brasileiro

A palma forrageira é de origem mexicana e apresenta boa adaptação a região semiárida do Brasil e do mundo, por se adequar as condições climáticas impostas nessa região, em razão de suas características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (SOARES, 2017).

Por ser uma planta que apresenta metabolismo ácido, ou seja, que acumula CO_2 durante a noite e fixa liberando água através da abertura estomática a noite, consegue elevada eficiência no uso de água e nutrientes, apresentando baixos valores de evapotranspiração requerendo baixas temperaturas noturnas e uma certa quantidade de umidade relativa do ar (ROCHA, 2012).

Esta planta produz bem em áreas com precipitação anual com média de 750 mm, e utiliza de 100 a 200 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca. Se desenvolve melhor onde a precipitação média do ar se encontra acima de 40% e as temperaturas diurnas e noturnas oscilam por volta de 25 e 15°C (SANTOS et al, 2006).

Visando o desenvolvimento intensivo da cultura, várias pesquisas com a palma foram realizadas como a identificação de genótipos promissores, formação de novas cultivares mais produtivas, adaptadas e resistentes a pragas e doenças em comparação com as existentes, formas de cultivo, adubação, espaçamento, consórcio entre culturas, tratos culturais, ervas daninhas, ocorrência de pragas e doenças, fornecimento aos animais, desempenho animal, comportamento alimentar, aporte hídrico e tantas outras realizadas no Brasil como também no exterior (NUNES, 2011).

Segundo Alves et al. (2007), o melhor desenvolvimento da palma ocorre em solos com características argilo-arenosa, estendendo-se seu cultivo para outros diversos tipos de solos. Obedecendo a estes requisitos juntamente com a intensificação de práticas de manejo, a palma responde de forma positiva com aumento de produção, principalmente com adubação orgânica ou adubo mineral, capinas e irrigação.

Em regiões que possuem precipitação elevada e com grande umidade do solo em determinados períodos do ano, a palma pode absorver quantidades de água superior a sua capacidade de evapotranspiração, o que torna a planta mais susceptível a ocorrência de doenças, principalmente, as causadas por fungos, além do possível tombamento e apodrecimento dos cladódios. No que se refere a variação de precipitação ao longo dos anos, a planta forrageira apresenta grande diversidade quanto a sua aptidão em uma mesma região, apresentando condições desde ideal a inapta em determinada localidade (BEZERRA et al., 2014).

Palmas com variedades pertencentes ao gênero *Nopalea* spp. e *Opuntia* spp. apresentam variabilidade em formas e dimensões de plantas e cladódios e, diante disso, o estudo da relação entre essas características se torna importante para melhor compreender o comportamento da planta sob diferentes condições de ambiente e genética. Plantas compostas por cladódios de menor dimensão, podem distribuir seus cladódios investido no crescimento vertical moldando plantas com maior altura e menor largura de planta, enquanto plantas compostas por cladódios de maior dimensão podem investir massa de forragem no crescimento lateral devido a seu arranjo estrutural (NEDER et al., 2013).

Avaliando características morfológicas e produtivas de três genótipos de palma (IPA Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana), Barbosa et al. (2018) observaram que as características do cladódio influenciaram na formação do dossel. A palma que apresentou maior diâmetro, largura e comprimento do cladódio, foi a Orelha de Elefante Mexicana e a palma Miúda apresentou cladódios com menores diâmetros, largura e comprimento, porém presentes em plantas com maior altura e menor largura de planta.

Diante do exposto, considerando as temperaturas diurnas, características do solo e pluviosidade, o levantamento de informações sobre o local e a época do plantio e cultivo da palma é de suma importância para se planejar e tomar decisões de como e onde pode-se cultivar a palma (LOPES & VASCONCELOS, 2012).

O preparo do solo pode ser realizado da mesma forma que ocorre com outras plantas forrageiras. O espaçamento de plantio é variável e depende da intensificação que o produtor desejar, e consequentemente a palma pode ser cultivada em consórcio ou de modo individual. Quanto menor for a densidade de plantio, menor será a exigência da cultura em manejo, e quanto maior a densidade de plantio, maior será a intensificação de manejo da cultura. Antes do plantio os cladódios devem passar pelo processo de

murcha em torno de 10 a 15 dias, utilizando cladódios vigorosos, e o plantio deve ocorrer de 30 a 60 dias antes de se iniciar a estação das chuvas (LOPES et al., 2012).

A colheita da palma depende das necessidades do produtor e da intensificação do cultivo, podendo ser realizada a cada 12 ou 24 meses, a forrageira poderá apresentar variações de 10 a 40 t ha⁻¹ de matéria seca em condições de sequeiro. Para permitir a perenidade da cultura, longevidade do palmal e mais fácil rebrota, ou colher e preservar apenas a planta mãe pode-se preservar os cladódios primários ou até mesmo os secundários. Após a colheita as raquetes podem ser armazenadas a sombra por período de até 16 dias sem que haja alterações em sua composição química (LOPES et al., 2012).

2.3 Uso da Palma na Forma de Silagem

O Brasil possui o maior cultivo de palma forrageira do mundo, com área de aproximadamente 600 mil ha, com predomínio da espécie *Opuntia ficus-indica*, a qual é essencial para a pecuária brasileira. Esta forrageira possui alta produtividade compondo até 80% da dieta dos animais especialmente no período de estiagem, sua utilização é diversa variando desde o consumo *in natura*, até a produção de farelos ou como emoliente adicionada a restos culturais, palhadas e subprodutos industriais (SILVA, 2012; SOARES II & SILVA JÚNIOR, 2012), podendo ser utilizada também na forma de silagem.

O processo de ensilagem pode ser compreendido como uma técnica de conservação de alimentos, que consiste no armazenamento da forragem em ambiente anaeróbico, com a finalidade do desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico (que promovem redução do pH e, conseqüentemente, inibição de microrganismos deletérios indesejáveis), com a utilização de substratos como açúcares solúveis e compostos nitrogenados solúveis (SANTOS et al., 2010).

A técnica de ensilagem é importante para os produtores do seminário, pois possibilita o aproveitamento de toda a planta, torna as forragens mais palatáveis e digestivas, contribui para um melhor aproveitamento dos produtos ensilados minimizando os custos com a alimentação animal, diminuindo a necessidade de concentrados e permite manter um maior numero de animais por unidade de área durante todo o ano (LEITE, 2000).

Considerando que um único alimento não fornece todos os nutrientes em quantidade e proporções de maneira ajustada às exigências nutricionais do animal e a

variabilidade da composição química dos diferentes alimentos, torna-se necessário a utilização de estratégia de alimentação baseada em mistura completa, visando uma melhor forma de fornecê-los para maximizar a eficiência de utilização (SOARES, 2017; PESSOA et al., 2005).

O termo ração completa (Total Mixed Ration- TMR) foi utilizado, pela primeira vez por Owen em 1971, para designar uma ração composta por alimentos grosseiros e alimentos concentrados misturados de forma intrínseca, oferecida como único alimento, fornecida aos animais com o objetivo de minimizar a seleção dos ingredientes que compõem a ração e otimizar a utilização digestiva e metabólica dos nutrientes fornecidos (FREITAS, 2008). Quando estas contêm a mistura de todos os produtos alimentares de forma correta, permitindo fornecer aos animais as quantidades necessárias de todos os nutrientes, bem como a proporção equilibrada de alimentos grosseiros e concentrados, evitam variações bruscas do pH ruminal e favorecem a digestão da dieta e a sua utilização metabólica (FREITAS, 2008).

Utilizando a palma forrageira em níveis 0, 25, 50, 75 e 100%, com base na matéria seca (MS) em substituição ao milho sobre o desempenho, consumo e digestibilidade em ovinos, Treviño (2009) constatou que o consumo de MS apresentou o ponto de máxima em 60,5% de inclusão da palma na dieta, na qual o consumo de MS alcançou 1,77 kg dia⁻¹. As dietas com 25 a 75% de palma apresentaram os maiores consumos de matéria seca, fatores como o baixo teor de fibra, a alta palatabilidade e alta taxa de passagem da palma, podem ter contribuído para esses resultados.

O teor de fibra na palma, comparado a outros alimentos, é baixo, principalmente a fração lignina-celulose (SANTOS et al., 2000), e o percentual de carboidratos solúveis é alto (NEFZAOU & BEM SALEN, 2003). Segundo Santos (1989), a composição química da palma varia segundo a espécie, idade do artículo e época do ano. Em termos de nutrientes digestíveis totais (NDT), apresenta valor próximo aos de silagens de milho e sorgo (FARIAS et al., 1984), os níveis de carboidratos solúveis e os teores de cinza na matéria seca (MS) são considerados altos, destacando-se o cálcio (2,25 - 2,88%), potássio (1,5 - 2,45%) e fósforo (0,10 - 0,14%) (SANTOS et al., 1997).

2.4 Características Produtivas e Morfométricas da Palma Forrageira

O incremento da produtividade de uma cultura em uma região é dependente de suas características morfológicas e da capacidade de adaptação ao ambiente, as quais favorecem a conversão de água, radiação e nutrientes em fotoassimilados

(FIRINCIOGLU et al., 2010). É importante conhecer as variáveis, como a altura da planta, taxa de brotação, alongamento e espessura dos cladódios, para poder avaliar o potencial de adaptação da espécie ao ambiente onde é cultivada (SALES et al. 2006), assim como sua resposta às mudanças nas práticas de manejo, tais como adubação, espaçamento e densidade de plantio.

Considerando que a estrutura fundiária do Nordeste é formada, em grande parte, por pequenas propriedades, o plantio adensado associado à adubação são estratégias de manejo essenciais para aumentar a eficácia da produção de forragem (DUBEUX JÚNIOR et al. 2010). Ao aplicar adubação orgânica na dose de 30 Mg ha⁻¹, Peixoto (2009) constatou incremento no número de cladódios por planta de 8,9 para 11,6 ano, concluindo que esta prática induz a um desempenho melhor da palma forrageira.

Donato et al. (2014), avaliando as características morfológicas e o rendimento da planta em diferentes espaçamentos e doses de esterco concluíram que os tratamentos influenciaram a espessura, o número e o índice de área dos cladódios, o qual é considerado baixo por Farias et al. (2000), o que pode ser uma limitação para o crescimento e favorecer a incidência de plantas espontâneas, podendo –se melhorar esse índice com uma maior densidade de plantas ou a realização menos frequentes de colheitas, conservando assim um maior número de cladódios.

Ainda segundo Farias et al. (2000), o uso de espaçamentos mais adensados pode proporcionar maiores produções, no entanto, tornam os custos de estabelecimento do palmar maiores e dificulta os tratos culturais, além de não permitir consorciação com outras culturas. Onde o emprego de espaçamentos em filas duplas pode permitir a utilização de consórcio no palmar, bem como facilitar o controle de ervas daninhas através da mecanização e a colheita e transporte dos cladoideos, e ainda contribuir para diminuir os riscos de incêndio no palmar e controlar a erosão.

Cavalcante et al. (2014), avaliando a morfometria de genótipos de palma forrageira em diferentes densidades de cultivo constataram que a densidade de cultivo influenciou na morfometria dos genótipos de palma forrageira estudadas, exceto para espessura de cladódio, proporcionando uma maior produtividade.

2.5 Potencial da Utilização de Forrageiras da Caatinga na Alimentação Animal

Aproximadamente 40% do globo terrestre é ocupado pelas florestas tropicais e subtropicais, entre estas, 42% são florestas secas, onde se abrange a Caatinga. Regiões que são consideradas como o ecossistema mais explorado e degradado do mundo, em

decorrência do uso intensivo da terra. A Caatinga é caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva por ser composta de árvores e arbustos baixos com algumas características xerofíticas (PRADO, 2003).

Essa área vem sofrendo impacto desde a entrada dos colonizadores no Brasil em busca de áreas para criação de gado (ANDRADE-LIMA 1981; DIEGUES & ARRUDA 2001). Desde essa época, a Caatinga é utilizada para atividades agropecuárias, a qual representa um dos fatores que cooperam para a devastação local (ANDRADE-LIMA 1981; SAMPAIO 2002). Mesmo reconhecendo as dificuldades para o manejo da Caatinga, em relação a produção de caprinos e ovinos há vários trabalhos que demonstram o potencial forrageiro das plantas lenhosas (BAKKE et al., 2007) e herbáceas (PEREIRA FILHO et al., 2007), bem como apresentando a possibilidade de armazenamento do excedente forrageiro produzido na época das chuvas, na forma de feno (PEREIRA FILHO et al., 2003) ou silagem (SILVA et al., 2004).

Dentre as espécies forrageiras nativas do semiárido que apresentam boa aceitabilidade, digestibilidade e valor nutricional considerável, mantendo suas qualidades quando conservadas adequadamente estão: mata-pasto (*Senna obtusifolia* L), malva-branca (*Cassia uniflora*), favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) (SILVA et al., 2004).

No período chuvoso, o estrato herbáceo tem boa participação na composição das dietas dos animais, enquanto que as folhagens das espécies lenhosas ganham importância na composição das dietas dos animais no período seco (VOLTOLINI et al, 2010). A caatinga apresenta-se bastante rica e diversificada, com grande potencial de espécies forrageiras que contribuem para a dieta animal, madeireiro, frutífero, medicinal e faunístico (CAMPOS et al, 2017).

Drumond et al. (2000) mencionam que o aproveitamento de forrageiras nativas da caatinga como por exemplo, a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), é uma alternativa viável devido ao seu potencial de produção, rusticidade e longevidade, as quais podem ser utilizadas como suplementação estratégica nos períodos de menor disponibilidade de forragens durante o ano, visando aumentar a eficiência produtiva dos rebanhos caprinos, ovinos e bovinos do semiárido nordestino. Esta forrageira tem alto grau de aceitabilidade, possui um razoável teor de proteína e boa digestibilidade (PORTO et al., 2006). Esta planta apresenta em sua composição quantidades variáveis

de ácido cianídrico (HCN), que pode causar intoxicação ao animal quando consumida de forma *in natura* (SOUZA et al, 2010), sendo recomendado a utilização da silagem e fenação para sua utilização (CARVALHO JÚNIOR et al, 2010).

Na caatinga, as folhas verdes da catingueira ainda que pouco consumidas, tem sua participação na dieta de ovinos, caprinos e bovinos, quando secas têm um alto aproveitamento por esses ruminantes (AGUIAR et al, 2014). Esta planta se destaca pelo seu bom valor nutritivo em forma de feno 12,3 % de PB, e por conter uma população de 534,74 plantas ha⁻¹ e produção de fitomassa em MS de 94,71 kg ha⁻¹ (MOREIRA et al. 2006).

O capim elefante é uma forrageira cultivada na região semiárida em áreas mais baixas, em que a presença de umidade no solo é maior (AGUIAR et al., 2006). Seu potencial de ensilagem é considerado elevado em relação às outras gramíneas forrageiras tropicais, quando bem manejado, tem um alto potencial de produção de matéria seca, com bom valor nutritivo (SANTOS et al., 2006). Pode ser utilizado de maneiras variadas como, capineira, pastejo, silagem, entre outros. É uma das forrageiras que mais contribui para a produção de leite, no Brasil Central, como capineira (BOTREL, 2000).

No semiárido o fornecimento de opções forrageiras nativas da caatinga e/ou introduzidas, anuais e/ou perenes, nas formas verde, fenada ou ensilada, utilizados de forma planejada, principalmente no período crítico do ano, pode contribuir para diminuir os efeitos desfavoráveis do período seco, reduzindo os custos e contribuindo para a viabilização dos sistemas de produção pecuários. É importante destacar que as opções de alimentação devam possuir o mínimo de concentrados (insumos) e o máximo de ingredientes com maior possibilidade de serem produzidos ou adquiridos pelos próprios ovinocaprinocultores, nos mais distintos sistemas de produção (ARAÚJO, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento 1

O estudo foi conduzido na comunidade Alto Redondo, localizada no município de Areia-PB, no período de 06 de junho a 10 de novembro de 2018. Durante o experimento foram coletados os dados de condições climáticas na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias - UFPB - Areia Paraíba, cujos resultados apresentam-se na Figura 1.

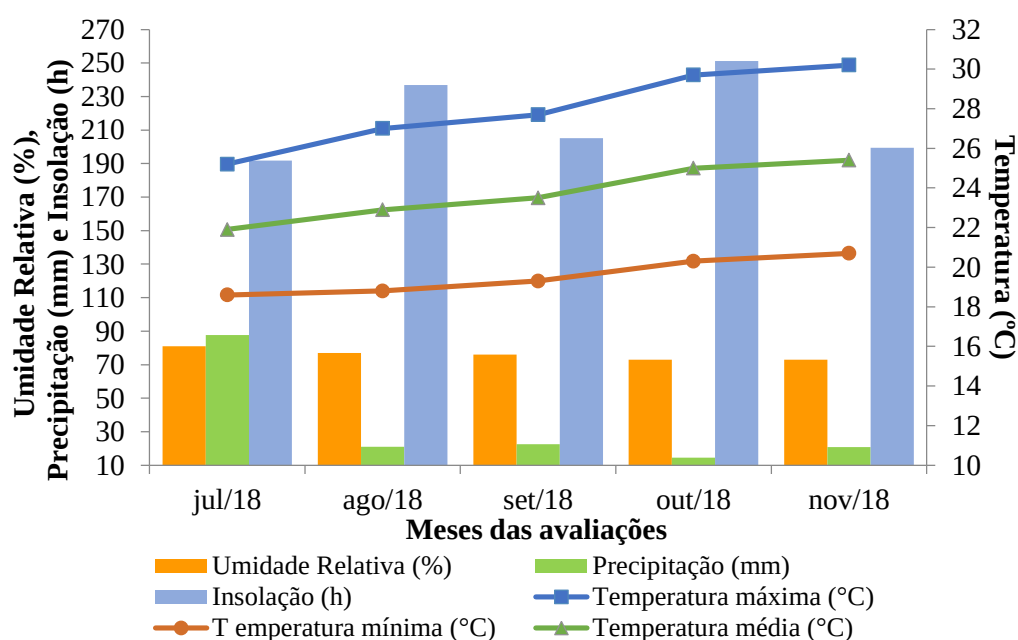


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C), umidade Relativa (%), precipitação pluvial (mm) e insolação (h) obtidas na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias - UFPB - Areia Paraíba, de julho de 2018 a novembro de 2018.

Antes do plantio foram realizadas amostras de solo, coletadas na profundidade de 0–20 cm para posteriores análises e caracterização física, química e fertilidade, realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB (Tabela 1).

Tabela 1. Análise Física, Química e Fertilidade do Solo da área experimental.

Química e Fertilidade											
Ph	P	S - SO4 ²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
H ₂ O	————	mg/dm ³	————	————	————	————	cmolc/dm ³	————	————	————	—gkg ⁻¹ —
5,0	1,84	—	49,65	0,04	10,16	1,05	0,96	0,89	2,02	12,19	22,14
P, K, Na: Extrator Mehlich 1					SB: Soma de Bases Trocáveis						
H+Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M. pH 7,0					CTC: Capacidade de Troca Catiônica						
Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1 M					M.O.: Matéria Orgânica – Wabley Black						
Física											
Areia	2 - 0,05 mm	Silte	Argila	Argila	Grau de	Densidade	Densidade	Porosidade	Umidade	CLASSE TEXTURAL	
		0,06 – 0,002 mm	094339 mm	dispersa	floculação	do solo	de partícula	total	^{0,01} MP _S ^{1,50}		
————		g/kg	————	-g/kg-	-kg/dm ³ -	-g/cm ³ -	-g/cm ³ -	-m ³ /m ³ -	—g/kg—		
546		50	404	—	—	—	—	—	—	Argila Arenosa	

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 2 tratamentos (Palma Miúda ou doce e palma Orelha de Elefante) e 6 repetições (plantas), totalizando 12 unidades experimentais.

A área experimental foi composta por 50m² de área total, dividida em duas parcelas de 25m² cada. As parcelas foram representadas por dois genótipos de palma forrageira, a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (Miúda) proveniente de palmal da estação experimental da UFPB – Campus II, localizada em Chã de Jardim, e a *Opuntia tuna* (L.) Mill (Orelha de Elefante) proveniente do sítio angico, localizada na região central do estado do Rio Grande do Norte. Foi realizada limpeza da área, e posteriormente todas as mudas plantadas em esquema de “dominó”, sendo cada parcela composta por três fileiras (duplas), com 5 m de comprimento cada. A parcela formada com a variedade miúda foi composta por 10 plantas por metro linear, com espaçamento de 10 cm entre plantas, totalizando 50 plantas por linha, com espaçamento entre linhas de 0,3 m e 1,5 m entre fileiras duplas, permitindo uma densidade de 120.000 plantas ha⁻¹. A parcela formada com a variedade orelha de elefante foi composta por 5 plantas por metro linear, com espaçamento de 20 cm entre plantas totalizando 25 plantas por linha, com espaçamento entre linhas de 0,3 m e 1,5 m entre fileiras duplas, permitindo uma densidade de 60.000 plantas ha⁻¹ (Figura 2).

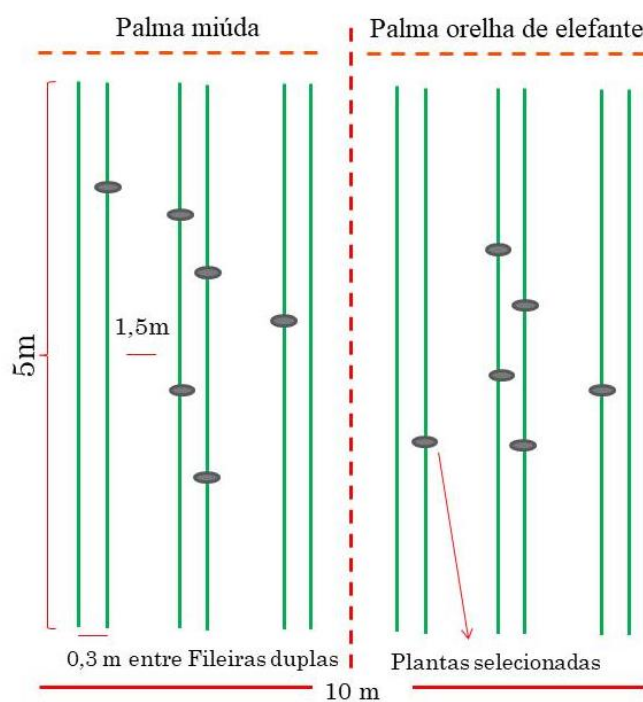


Figura 2. Croqui da área experimental de Palma miúda e Orelha de elefante no município de Areia-PB.

Foi feita a aplicação de adubação orgânica (esterco bovino – 20.000 kg ha⁻¹) em cobertura após o plantio, pois devido ao período chuvoso, a utilização do esterco na fundação aumenta os riscos de podridão das raquetes.

Para as avaliações das características morfométricas, foram selecionadas seis plantas por parcelas, totalizando 12 plantas e, à medida que os cladódios forem surgindo, os mesmos foram quantificados e marcados, com fios de cores diferentes, segundo a ordem de aparecimento na hierarquia dos cladódios (Figura 3).



Figura 3. Cladódios com marcações para avaliações das características morfométricas.

Quinzenalmente, no período de 10 de agosto (surgimento dos primeiros cladódios) a 10 novembro de 2018 (92 dias de avaliação), foram realizadas medições de comprimento (CC), largura (LC), espessura (EC) e perímetro dos cladódios (PC); número de cladódios (NC), altura da planta (AP) e largura da planta (LP), totalizando 7 avaliações. A altura e largura da planta, comprimento, largura e o perímetro dos cladódios foram mensurados com o auxílio de uma fita métrica e a espessura com o auxílio de um paquímetro digital. As áreas dos cladódios (AC) foram estimadas com os dados obtidos de largura e comprimento, conforme metodologia descrita por Pinto et al. (2002), com uso da equação $AC \text{ (cm}^2\text{)} = CC \times LC \times 0,693$, em que: CC representa o comprimento do cladódio (cm); LC, a largura do cladódio em (cm) e 0,693 é um fator de correção em função de forma de elipse do cladódio.

Com os dados obtidos também foi possível calcular as taxas de alongamento de cladódio (TAIC em cm dia⁻¹), de alargamento de cladódio (TAC em cm dia⁻¹) e de espessamento de cladódio (TEC em cm dia⁻¹), além da taxa de aparecimento de cladódio (TApC, cladódio dia⁻¹).

As taxas de alongamento, alargamento e espessamento foram calculadas ao subtrair a última medição pela primeira e dividir pelo número de dias.

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância. Procedeu-se às comparações entre as médias dos dois genótipos de palma pelo teste F a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o programa *Statistical Analyses System* - SAS (2000).

Experimento 2

O estudo foi conduzido de setembro de 2018 a novembro de 2018 na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A espécie de palma utilizada no experimento foi a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (miúda) proveniente de palmal da estação experimental da UFPB – Campus II, localizada em Chã de Jardim, Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Brejo Paraibano, nas coordenadas geográficas 6°58'12" S e 35° 42'15" W Gr, com altitude de 618 m.

Adotou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em parcelas subdivididas, onde as parcelas constituíram-se de cinco fontes de volumoso (tabela 2) e as subparcelas determinadas por dois tempos de aberturas dos silos (30 e 60 dias). A testemunha foi formulada apenas com Palma + Farelo de Soja. As rações foram compostas pelos seguintes ingredientes: Palma (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), Farelo de Soja (*Glycine max* (L.) Merr), Feno de Capim Tifton (*Cynodon* spp), Catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*), formuladas para atender aos requisitos nutricionais de caprinos machos, com peso médio de 30 kg, ganhando 40g dia⁻¹ (NRC, 2007).

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química da dieta

Ingredientes (% MS)	Tratamentos					
	TEST*	FT	CAT	PER	MAN	CE
Farelo de soja	12,76	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Palma	87,24	64,48	74,30	74,88	74,06	28,59
Feno de Tifton	0,00	25,54	0,00	0,00	0,00	0,00
Catingueira	0,00	0,00	15,75	0,00	0,00	0,00
Pereiro	0,00	0,00	0,00	15,12	0,00	0,00
Maniçoba	0,00	0,00	0,00	0,00	15,94	0,00
Capim Elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,40
Composição química						
MS (%)	11,43	14,79	13,14	13,04	13,15	17,32
PB (%)	9,87	9,87	9,87	9,89	9,90	9,94
CHOT (%)	78,14	58,20	78,15	77,37	78,07	30,27
FDN (%)	23,05	36,68	26,31	28,41	27,73	55,15

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

FONTE: CQBAL 3.0

Foram confeccionados 36 (trinta e seis) silos experimentais com dimensão de 15 cm de diâmetro × 30 cm de altura feitos de PVC (policloreto de polivinila). No fundo de cada silo foi adicionado 1 kg de areia seca, coberta com tela de TNT (tecido não tecido) para captação dos efluentes. Ao final deste processo, os silos foram fechados, pesados e armazenados à temperatura ambiente em local coberto, seco e arejado até o momento da abertura. Os silos foram abertos em dois períodos pré-estabelecidos (30 e 60 dias) de ensilagem, três de cada tratamento, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: estabilidade aeróbia, pH, N-NH₃, %MS, Recuperação de MS e perdas por efluentes.

Após a abertura dos silos, todo o material foi retirado e colocado numa lona de plástico para que a silagem fosse homogeneizada. Para avaliação da estabilidade aeróbia, foi transferido 1 kg do material ensilado sem compactação em silos experimentais de PVC, sem tampa e mantidos em ambiente fechado com temperatura controlada (25°C). Foram realizadas medições das temperaturas superficial e interna das silagens expostas ao ar, verificada por meio de termômetros (digital a laser e digital de imersão) posicionados no centro da massa de silagem. As temperaturas das silagens foram obtidas em intervalos de 30 minutos durante 96 horas após a acomodação dos silos experimentais na câmara climática. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo observado para que a silagem, após a abertura do silo, apresentasse elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente (KUNG JR. et al. 2000)

Para análise do pH foi coletado aproximadamente 10 gramas de amostra do material ensilado de cada tratamento e repetição, adicionando-se 90 mL de água destilada, onde, após 1 hora, realizou-se a leitura, de acordo com a metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), utilizando um potenciômetro.

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de efluentes foram quantificadas por diferença de peso pela equação descritas por Zanine et al. (2010):

$$E = [(PVf - Tb) - (PVi - Tb)] / MFi \times 100$$

Onde, E = perdas por efluentes (kg ton⁻¹ de matéria fresca); PVi = peso do silo vazio + areia no fechamento (kg); PVf = peso do silo vazio + areia na abertura (kg); Tb = peso do silo vazio (kg); MFi = massa de ração no fechamento do silo (kg).

Para determinação da matéria seca retirou-se aproximadamente 200g do material ensilado para cada tempo de abertura e após avaliação da estabilidade aeróbia, em seguida foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação de ar forçada (55 °C) por até 72 horas. Após este período as amostras são processadas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1 mm de crivo e analisadas segundo protocolos da AOAC (1990).

A estimativa da recuperação de matéria seca foi obtida por diferença de peso de massa da ração e concentração de matéria seca antes e após a ensilagem pela equação descrita por Zanine et al. (2010):

$$RMS = (MFa \times MSa) / (MFf \times MSf) \times 100$$

Onde, RMS = taxa de recuperação de matéria seca (%); MFa = massa da ração na abertura do silo (kg); MSa = concentração de matéria seca da ração na abertura do silo (%); MFf = massa da ração no fechamento do silo (kg); MSf = concentração de matéria seca da ração no fechamento do silo (%).

A determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi realizada conforme a metodologia descrita por Vieira (1980).

Os dados de N-NH₃, recuperação de matéria seca e perdas por efluentes foram analisados como medidas repetidas no tempo, considerando efeitos fixos de tratamentos, tempos de abertura e interação tratamentos x tempos de abertura em Delineamento inteiramente casualizado pelo procedimento Proc Mixed do logiciário estatístico *Statistical Analyses System* - SAS (2000), adotando-se nível de significância de 5% pelo teste de Tukey, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Onde μ é a média da população; α_i , o efeito do Tratamento; β_j , o efeito do Tempo; γ_{ij} , a interação Tratamento $\times$ Tempo; e ε_{ijk} , o Erro residual.

Para os dados de pH e Estabilidade aeróbia procedeu-se análise descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

Na Tabela 3 são apresentadas as características morfológicas das palmas forrageiras Orelha de Elefante e Miúda, podendo-se observar que houve diferença significativa para os parâmetros largura de cladódio (LC), perímetro de cladódio (PC), altura da planta (AP) e número de cladódio (NC), onde a variedade Orelha de Elefante apresentou maior LC (11,5 cm) e PC (39,1 cm), o que pode ser atribuído ao formato de suas raquetes. Já a palma miúda apresentou maior AP (32,4 cm) e NC (3,23), indicando que esta apresenta um crescimento inicial superior ao da Orelha de Elefante.

Em relação ao número de cladódio, esse resultado corrobora com Silva et al. (2015) que em experimento comparando o crescimento e a produtividade de três clones de palma forrageira, constataram que a palma miúda possui maior emissão de cladódios nas condições edafoclimáticas do Semiárido brasileiro quando comparada aos clones orelha de elefante mexicana e a IPA Sertânia. O maior número de cladódios da palma Miúda em comparação as outras variedades também já foi constatado por Leite (2009).

Barbosa et al. (2018) avaliando as características morfológicas e produtivas de genótipos de palma IPA Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana constataram que a palma Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior diâmetro, largura e comprimento do cladódio, corroborando com os resultados dessa pesquisa em relação ao parâmetro largura do cladódio. No entanto, esses mesmos autores verificaram que apesar da palma Miúda ter apresentado cladódios com valores menores, estes estavam dispostos em plantas com maior altura, assim como o verificado nessa pesquisa.

Tabela 3. Características morfológicas de palmas forrageiras Orelha de Elefante e Miúda no período de estabelecimento em área do Brejo Paraibano

Genótipos avaliados	Variáveis morfológicas						
	LC* (cm)	CC (cm)	PC (cm)	EC (cm)	AP (cm)	LP (cm)	NC (nº)
Orelha de Elefante	11,5 ^A	15,0	39,1 ^A	0,48	25,9 ^B	25,2	2,20 ^B
Miúda	5,97 ^B	15,1	32,6 ^B	0,51	32,4 ^A	21,4	3,23 ^A
EPM**	0,92	0,58	1,58	0,014	1,51	1,61	0,28
Valor de P***	<0,001	0,92	0,03	0,25	0,02	0,26	0,06

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

* LC = largura de cladódios; CC = comprimento do cladódio; PC = perímetro do cladódio; EC = espessura do cladódio; AP = altura da planta; LP = largura da planta; NC = número de cladódios.

**EPM = Erro padrão da média

***P = probabilidade

No que diz respeito às características morfogênicas e área de cladódios das variedades de palma avaliadas (Tabela 4), observa-se que houve diferença significativa para a taxa de aparecimento de cladódio (TapC), a qual foi maior na palma Miúda (0,040 clad/dia⁻¹), evidenciando o crescimento inicial superior da mesma em relação a Orelha de Elefante quando relaciona-se a altura da planta e número de cladódios. Para a variável área de cladódio (AC) o maior valor foi encontrado na a Orelha de Elefante, fato este que se deve ao formato de sua raquete, a qual apresenta maior largura e perímetro, como foi apresentado na Tabela 3. O mesmo ocorreu em trabalho realizado por Pereira et al (2015) que avaliando a emissão dos cladódios das variedades Miúda, Orelha de Elefante e IPA Sertânia, observaram que a taxa do NC da palma miúda em decorrência dos demais clones apresentou maior quantidade de cladódios. Dessa forma, a palma miúda apresentou maior resposta em relação a taxa de aparecimento de cladódios de segunda ordem, quando comparado a Orelha de Elefante e a IPA Sertânia, no início de seu crescimento.

Tabela 4. Características morfogênicas e área de cladódios de palmas forrageiras Orelha de elefante e miúda no período de estabelecimento em área do Brejo Paraibano.

Genótipos avaliados	Variáveis morfogênicas				
	TalC* (cm dia ⁻¹)	TaC (cm dia ⁻¹)	TeC (cm dia ⁻¹)	TapC (clad dia ⁻¹)	AC (cm ²)
Orelha de Elefante	0,044	0,029	0,030	0,023 ^B	121,7 ^A
Miúda	0,058	0,022	0,030	0,040 ^A	63,2 ^B
EPM**	0,009	0,003	0,002	0,004	11,0
Valor de P***	0,48	0,35	0,95	0,03	0,001

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. TALC = taxa de alongamento de cladódio; TAC = taxa alargamento de cladódio; TEC = taxa de espessamento de cladódio; TApC = taxa de aparecimento de cladódios; AC = área de cladódios.

**EPM = Erro padrão da média

***P = probabilidade

Experimento 2

O pH da palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura é apresentado na Figura 4. Segundo McDonald et al. (2010) as silagens bem preservadas geralmente apresentam, valores de pH entre 3,7 e 4,2. Nesta pesquisa, os valores adequados foram encontrados nos tratamentos com Feno de Tifton (4,17) e Catingueira (4,11) aos 30 dias de ensilagem, onde os demais tratamentos apresentaram valores acima do máximo relatado por esses autores, os quais aumentaram ainda mais aos 60 dias de ensilagem (Figura 4).

Avaliando a composição nutricional de silagem mista de palma forrageira associada a feno de leguminosa, Gusha, et al. (2013) verificaram que de acordo com o pH, as silagens apresentaram bom padrão de fermentação, os quais variaram de 3,97 a 4,11. Assim como Gusha et al. (2015) que avaliando parâmetros ruminais de ovinos suplementados com silagem na forma de ração à base de palma (70%) e leguminosa (30%) encontraram valores de pH variando de 4,1 a 4,2, corroborando com os resultados acima citados.

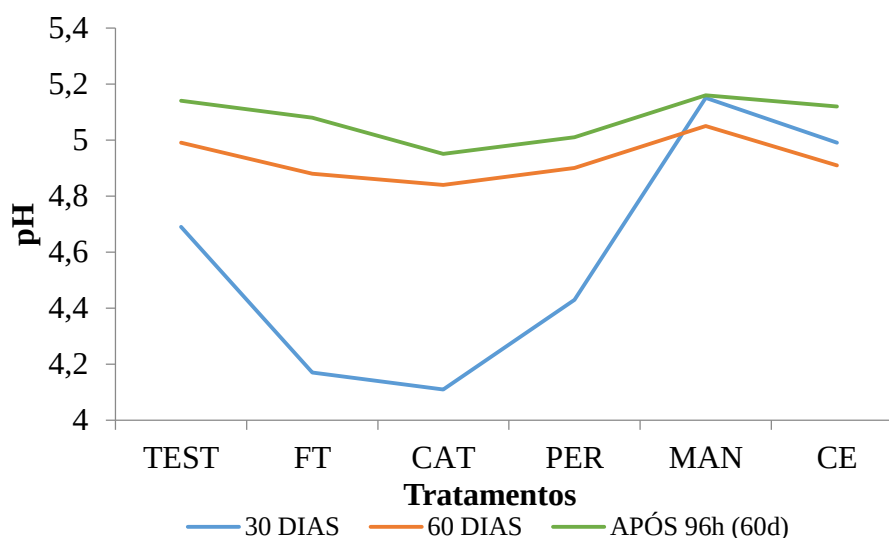


Figura 4. pH de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura. *TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

Apesar de a maioria dos tratamentos ter apresentado resultados de pH acima do que se é preconizado e ter ocorrido uma oscilação na temperatura da silagem em ambos os períodos avaliados (Figuras 5 e 6), não houve quebra da estabilidade, o que provavelmente deve ter ocorrido porque as bactérias lácticas podem ter produzido o ácido acético, o qual, segundo Gallo et al. (2018) tende a inibir a produção de leveduras promovendo a conservação do material.

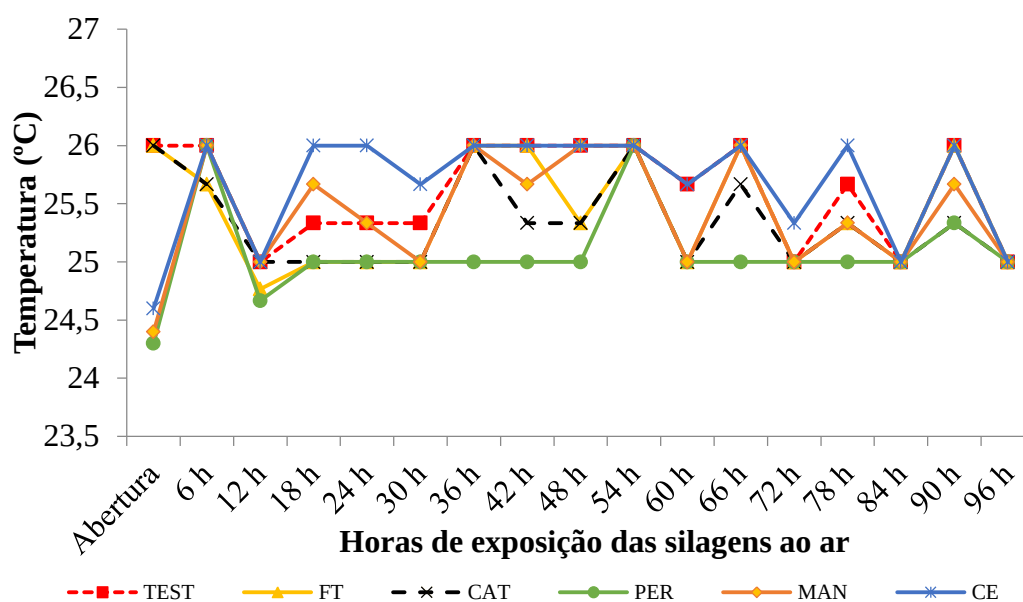


Figura 5. Temperatura das silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos após 30 dias de ensilagem ao longo do período de exposição aeróbia.

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

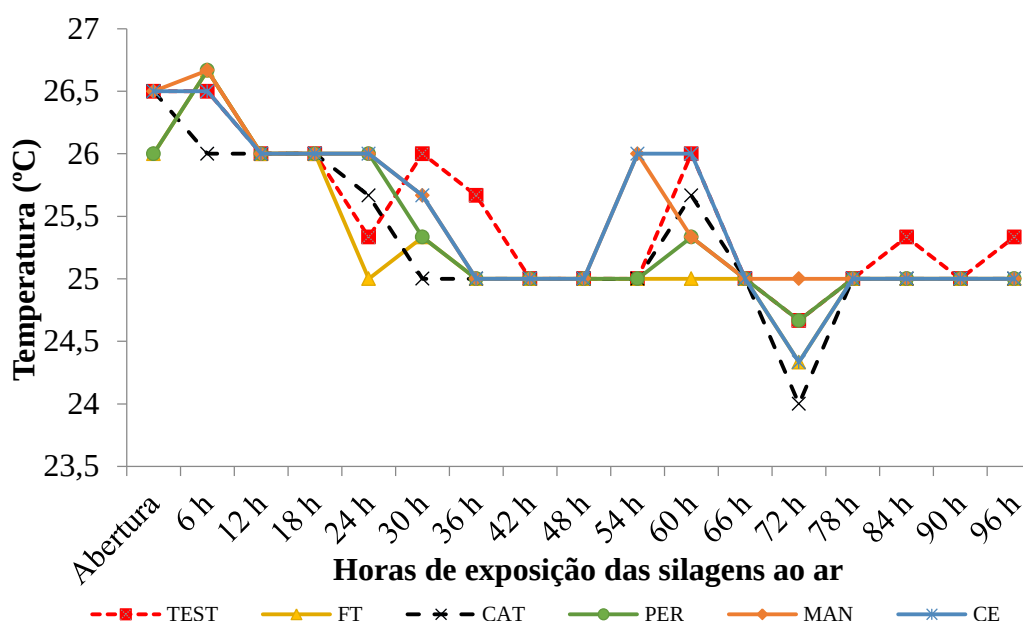


Figura 6. Temperatura das silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos após 60 dias de ensilagem ao longo do período de exposição aeróbia.

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

Na Tabela 5 verifica-se que houve interação Tratamento x Tempo para as variáveis Recuperação de matéria seca ($P = 0,001$) e nitrogênio amoniacal ($P < 0,001$). É possível observar a interação nas figuras 7 e 8. Contudo, para a variável perdas por

efluentes, houve efeito apenas para o tempo de ensilagem, sendo as perdas maiores aos 60 dias (6,56%), quando comparadas com 30 dias de ensilagem (3,67%). Aos 30 dias de ensilagem foi observado maiores valores de recuperação de matéria seca, o que pode está associado a menor perda por efluentes correspondente ao mesmo período de abertura. A maniçoba foi quem mais se destacou com 92,3% RMS, valor que se encontra próximo ao valor observado por Nogueira et al (2016) que obteve perda de 7% de matéria seca, sendo considerada uma silagem de qualidade. Porém, aos 60 dias de ensilagem os valores de recuperação de matéria seca foram abaixo dos que se encontram na literatura (IGARASI, 2002), o que também deve estar atrelado a maior perda por efluentes neste mesmo período de abertura.

A silagem de palma contendo capim elefante apresentou o menor valor de RMS com 52%, isso deve-se provavelmente ao aumento no tempo de fermentação da silagem, o que pode ser atribuída a variabilidade do material associado ao alto teor de umidade do mesmo e baixo valor de carboidratos solúveis, favorecendo maiores perdas durante o processo fermentativo.

Com relação às perdas por efluentes, as maiores ocorreram aos 60 dias de ensilagem, ou seja, houve maior perda de nutrientes por lixiviação, porém essas perdas foram consideradas mínimas, o que segundo Nogueira et al (2016) está relacionada a presença de mucilagem na palma forrageira, sendo esta logo visível após o processo de moagem. A mucilagem auxilia impedindo as perdas de compostos fluidos na forma de efluentes. No entanto ao relacionar a perdas por fluentes entre os tratamentos, pode se verificar que houve maior perda na silagem de palma contendo maniçoba, embora a RMS nesta tenha sido maior, isso pode ser atribuído a desvios na pesagem já que o valor não condiz com a expectativa.

Foi realizada ainda a quantificação do nitrogênio amoniacal (N-NH_3) após 96 horas de abertura das silagens com 60 dias e observou-se que houve diferenças entre os tratamentos, sendo a maior quantificação obtida para a ração completa de palma forrageira contendo capim elefante, apresentando um valor de 0,0079 % e a menor para a ração completa de palma com inclusão de maniçoba, apresentando um valor de 0,0021. Esta elevação do N-H_3 possivelmente ocorreu pela presença de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais segundo Borburema et al. (2016), são favorecidas em ambientes muito úmidos e pH elevado, desta forma degradando a proteína transformando-a em amônia, resultando em perdas na qualidade da silagem. No entanto, este valor é considerado baixo, pois de acordo com Van Soest (1994) uma silagem com

teor de N-NH_3 inferior a 10% do nitrogênio total não resulta em quebra excessiva da proteína em amônia no processo fermentativo, e os aminoácidos compõem a maior parte do nitrogênio não proteico.

Com esses dados é possível observar ainda que houve aumento de N-NH_3 quando se compara o momento da abertura aos 60 dias de ensilagem e a quantificação após 96h de exposição das silagens ao ar, o que pode indicar maior proteólise em detrimento da ação de microrganismos indesejáveis, aumentando o nível de N-NH_3 , já que estes entram em ação com a exposição da silagem ao ambiente aeróbio, este fato pode ser comprovado com o aumento do pH verificado após as 96 horas de estabilidade dos silos de 60 dias neste trabalho.

Tabela 5. Valores médios de recuperação de matéria seca (RMS), perdas por efluentes (PE) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens de palma na forma de ração completa.

Parâmetros avaliados	Tratamentos						EPM **	Valor de P***		
	Test*	FT	CAT	PER	MAN	CE		Trat	Tempo	Trat x Tempo
RMS (%)	68,2	69,2	71,4	66,1	77,1	61,0	1,76	0,0003	<0,001	0,001
PE (%)	5,04	4,08	4,97	4,90	6,27	5,43	0,42	0,67	0,0007	0,65
N-NH ₃ (%MS)	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0016	0,0048	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001
N-NH ₃ para silagens com 60 dias após 96h de abertura										
N-NH ₃ (%MS)	0,0037 ^B	0,0036 ^B	0,0022 ^B	0,0024 ^B	0,0021 ^B	0,0079 ^A	0,0005	0,0001	-	-

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

**EPM = Erro padrão da média

*** P = probabilidade / Valor de médio de EF aos 30 dias = 3,67%; e aos 60 dias = 6,56%.

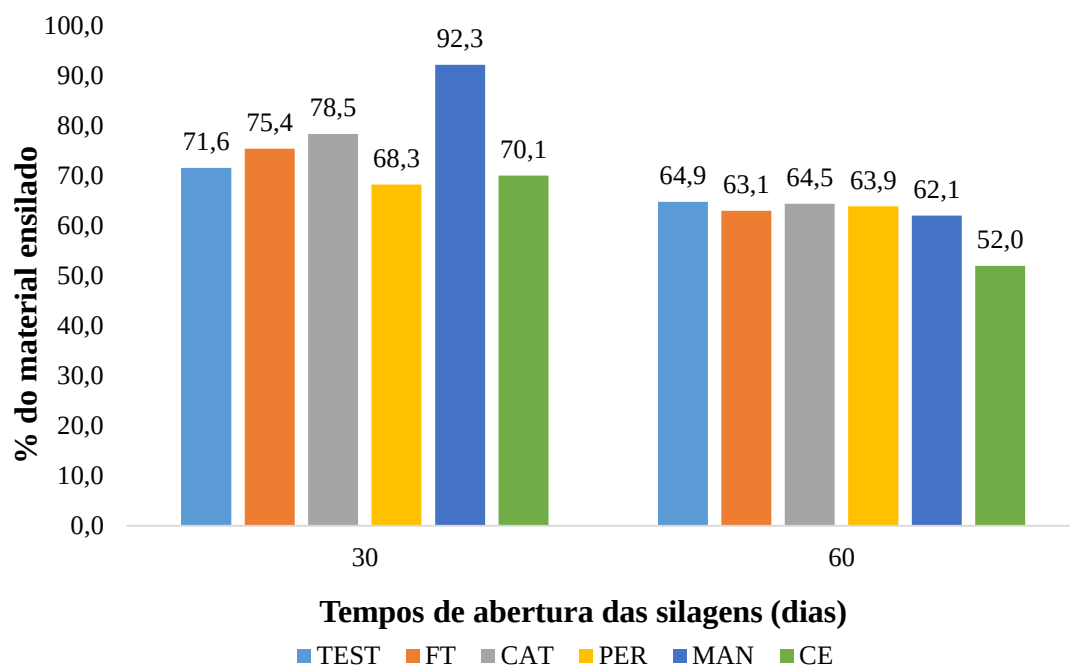


Figura 7. Recuperação de matéria seca (RMS) de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura.

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

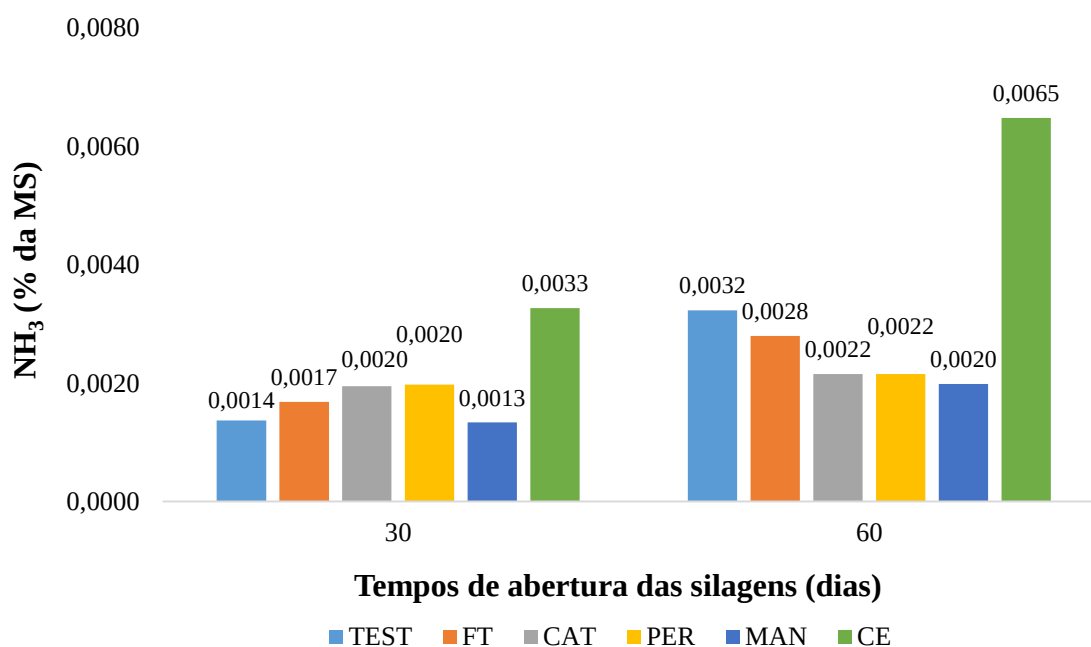


Figura 8. Nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de silagens de palma na forma de ração completa em função dos tratamentos e dos tempos de abertura.

*TEST = testemunha; FT = ração completa com Feno de tifton; CAT = ração completa com catingueira; PER = ração completa com pereiro; MAN = ração completa com maniçoba; CE = ração completa com capim elefante.

5. CONCLUSÕES

O crescimento inicial da palma miúda é superior ao da orelha de elefante.

A forma de ração completa contendo palma forrageira em associação com plantas nativas e cultivadas da caatinga, especialmente a Maniçoba, apresenta uma melhor qualidade aos 30 dias de ensilagem.

É necessária a realização de estudos mais aprofundados da palma forrageira na forma de ração completa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition, Washington DC, U.S.A. 1990.
- AGUIAR, E.M.; LIMA, G.F.C.; SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H.R.; BORGES, A.Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2226- 2233, 2006.
- AGUIAR, E. M., SILVA, J. G. M., ARAÚJO, M. S., ARAÚJO, R. C. R., SILVA, S. Y. A. M. Avaliação bromatológica da catingueira no semiárido Potiguar. **Revista Centauro** v.5, n.1, p13-20, 2014.
- ALBUQUERQUE, S. G.; LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N. de; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*, Mill) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1315-1324, 2002.
- 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. 08-14, 2012.
- ALVES, R.N.; FARIAS, I.; MENEZES, R.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.
- ANDRADE BOTREL, M., VANDER PEREIRA, A., DE PAULA FREITAS, V., & XAVIER, D. F. Potencial forrageiro de novos clones de capim-elefante. **Rev. bras. zootec**, v. 29, n. 2, p. 334-340, 2000.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica** 4: 149-163, 1981.
- ARAÚJO, G.G.L. Alternativas Alimentares para Caprinos e Ovinos no Semi-Árido In: PECNORDESTE-2003, 04, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, p. 18, 2003.
- ARAÚJO, G.G.L. de; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; DANTAS, D.B.; MEDINA, F.T. As forrageiras nativas como base da sustentabilidade da pecuária do semi-árido. In: III Congresso Nordestino de Produção Animal, IX Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, IV Simpósio Paraibano de Zootecnia, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** CD-ROM, Campina Grande, 2004.
- ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, n. 5, p. 89-98, 2011.
- BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P.; SALCEDO, I.H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.341-347, 2007.
- BARBOSA, M.L.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S.M.S.; ARAÚJO JUNIOR, G.N.; JARDIM, A.M.R.F. The influence of cladode morphology on the canopy formation of foragecactus plants. **Revista Ceres**, v. 64, n. 5, p. 465–475, 2018.

- BEZERRA, B. G., ARAÚJO, J. S., PEREIRA, D. D., LAURENTINO, G. Q., & SILVA, L. L. D. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 755-761, 2014.
- BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.
- BOLSEN, KK, LIN, C., BRENT, BE, FEYERHERM, AM, URBANO, JE, & AIMUTIS. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.
- CALDAS PEREIRA, P., FREIRE DA SILVA, T. G., ZOLNIER, S., FLORENTINO DE MORAIS, J. E., & CORDEIRO DOS SANTOS, D. J. A. L. M. A. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.
- CAMPOS, F. S., GOIS, G. C., VICENTE, S. L. A., MACEDO, A., & MATIAS, A. G. S. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. **Nutri Time**, v. 14, n. 2, p. 5004-5013, 2017.
- CASTRO, C. N. de. **A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Brasília, Rio de Janeiro: Ipea, p. 43, 2012.
- CAVALCANTE, L. A. D., SANTOS, G. F. A., SILVA, L. M., FAGUNDES, J. L., SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. *Revista Pesq. Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.
- COGAN, T.; HAWKEY, R.; HIGGIE, E.; LEE, M.R.F.; MEE, E.; PARFITT, D.; RAJ, J.; RODERICK, S.; WALKER, N.; WARD, P.; WILKINSON, J.M. Silage and total mixed ration hygienic quality on commercial farms: implications for animal production. **Grass and Forage Science**, v. 1, p. 1-13, 2016.
- COSTA, R.G.; ALMEIDA, C.C.; PIMENTA FILHO, E.C; HOLANDA JUNIOR, E.V.; SANTOS, N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Arquivos de zootecnia** vol. 57, núm. 218, p. 203. 2008.
- Desenvolvimento Regional. **Nova Delimitação do Semi-árido Brasileiro**, p. 32, 2005.
- DIEGUES, A.C. & ARRUDA, R.S.V. Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília, **Ministério do Meio Ambiente**; São Paulo, USP. (Biodiversidade, 4). 2001.
- DONATO, P.E.R.; PIRES, A.J.V.; DONATO, S.L.R.; BONOMO, P.; SILVA, J.A.; AQUINO, A.A. Morfometria e rendimento da palma forrageira „Gigante“ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.151-158, 2014.
- DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. de; OLIVEIRA, V. R. de; ALBUQUERQUE, S. G. de A.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAVALCANTI, J. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável, e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga: estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga.**

Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina, p. 23, 2000.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, Oxford, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUQUE, J. G. **Perspectivas nordestinas**. 2. ed. Fortaleza: BNB, 2004

FARIAS I.; FERNANDES, A.P.M.; LIMA, M.A. Cultivo da palma forrageira em Pernambuco. **Recife: IPA**, p. 5, 1984.

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V. F. dos; FERNANDES, A. de P.M.; SANTOS, V.F. de. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 35, n. 02, p. 341-347, 2000.

FIRINCIOGLU, H. K. et al. Relationships between seed yield and yield components in common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*) populations sown inspring and autumn in central Turkey. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 116, n. 12, p. 30 – 37, 2010.

FREITAS, A. **Sistema de alimentação unifeed: rações completas**. 2008.

GALLO, A., BERNARDES, T. F., COPANI, G., FORTUNATI, P., GIUBERTI, G., BRUSCHI, S., & MASOERO, F. Effect of inoculation with *Lactobacillus buchneri* LB1819 and *Lactococcus lactis* O224 on fermentation and mycotoxin production in maize silage compacted at different densities. **Animal Feed Science and Technology**, v. 246, p. 36-45, 2018.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. de; MARTÍNEZ, R. L. V.; BARBOSA, J. E. A. S., & SILVA, E. O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade In Vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 553-562, 2001.

GUSHA, J.; HALIMANI, T.E.; NGONGONI, N.T.; NCUBE, S. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, n. 206, p. 1-7, 2015.

GUSHA, J.; NGONGONI, N.T.; HALIMANI, T.E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. **Online Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

IGARASI, Mauricio Scoton. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2002.

INSA - INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **O semiárido**. 2009. Disponível em: <http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 17 de outubro de 2018.

INSTITUTO SAS. **JMP: Statistics and Graphics Guide** . Sas Inst, 2000

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Methodological advances in evaluation of preserved forage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

- KIESLING, R. Cactáceas de la Argentina promisorias agronomicamente. 2001. Disponível em <http://www.Jpacd.org>. Consultado em 13 de outubro de 2018.
- KUNG JR., L.; ROBINSON, J. R.; RANJIT, N. K. et al. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1479-1486, 2000.
- LEITE, E. R. **Utilização de silagem na alimentação de caprinos e ovinos**, 2000. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4f7b5aa189c35.pdf>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.
- LEITE, M.L. de M.V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, p. 186, 2009.
- LOPES, E.B.; SANTOS, D.C.; VASCONCELOS, M.F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste**. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, p. 21-60, 2012.
- LOPES, E.B.; VASCONCELOS, M.F. Zoneamento agrícola de risco climático para a cultura de palma forrageira no estado da Paraíba. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste**. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, p. 169-202, 2012.
- McDONALD, P. **The Biochemistry of Silage**. New York: John Willey & Sons, p. 226, 1981.
- McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. et al. **Animal Nutrition**. 7.ed. Pearson, p. 714, 2010
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Brasília. Secretaria de Políticas de MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; ARAÚJO, G. G. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, G. C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, vol.41, n.11, p.1643-1651. 2006.
- NEDER, D.G.; COSTA, F.R.; EDVAN, R.L.; SOUTO FILHO, L.T. Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, p. 203–207, 2013.
- NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. **Opuntiae: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region**. 2003.
- NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 58-66, 2011.
- OLIVEIRA, F.T. **Crescimento do sistema radicular da Opuntia fícus-indica (L.) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. 2008. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químicobromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (Spondias spp.)**. 2009. 77 p. Tese de Doutorado. Universidade federal do Ceará. Fortaleza, CE. 2009.

- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; KAMALAK, A.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F.; BEELEN, P.M.G. Ruminal disappearance of *Mimosa tenuiflora* hay treated with sodium hydroxide. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.959-962, 2007.
- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F.; AMORIM, F.U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.70-76, 2003.
- PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, L. E. et al. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. **Archivos de Zootecnia**, v. 53, n. 203, p. 309-320, 2004.
- PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; LIMA, L.E.A. et al. Vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. Digestibilidade e balanço de energia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.2, p.253-260, 2005.
- PETER, A.M.B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na Caatinga nativa do Semi-Árido de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 86, 1992.
- PRADO, D.E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, R.I.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 823, 2003.
- RAMOS, J. P. F., SANTOS, E. M., SANTOS, A. P. M., DE SOUZA, W. H., & OLIVEIRA, J. S. Ensiling of Forage Crops in Semiarid Regions. In: **Advances in Silage Production and Utilization**. InTech, 2016.
- RAMOS, J.P. de F.; LEITE, M.L. de M.V.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de; NASCIMENTO, J.P. do; SANTOS, E.M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v.24, p.41-48, 2011.
- ROCHA, J.E.S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, p.40, 2012.
- ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.
- SALES, A. T., ANDRADE, A. D., SILVA, D. S., LEITE, M. L. V., VIANA, B. L., SANTOS, E. G., & PARENTE, H. N. Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no cariri paraibano. In: **IV Congresso Nordestino de Produção Animal. Brasil**, p. 434-438, 2006.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Uso das plantas da caatinga. In: **Vegetação e flora das caatingas** (Sampaio, E.V.S.B., A.M.; Giuliatti, J. Virgínio & C.F.L. Gamarra-Rojas, ed.). APNE / CNIP, Recife, PE, p. 49-90, 2002.
- SANTOS, D. C. DOS.; LIRA, M. DE A.; DIAS, F. M.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F. ; SANTOS, V. F. Produtividade de cultivares de palma forrageira (*Opuntia Nopalea*) In: **Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes**, 7., 2000, Teresina. **Anais**. Recife: SNPA, p. 121-123, 2000.

- SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco**. Recife: IPA, p. 48, 2006.
- SANTOS, D. D., FARIAS, I., LIRA, M. D. A., TAVARES FILHO, J. J., SANTOS, M. D., & ARRUDA, G. D. A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização. **Recife: IPA**, 1997.
- SANTOS, M.V.F. Composição química, armazenamento e avaliação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dick) na produção de leite. **Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco**, 1989.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCIA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010.
- SILVA, F. H. B. B, SILVA, M. S. L. S., CAVALCANTI, A. C., CUNHA, T. J. F. Principais solos do Semi-árido do nordeste do Brasil. **Dia de Campo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2005.
- SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília: Embrapa Semi-árido, p.382, 2004.
- SILVA, M. M. C. D. U., GUIM, A. U. D., PIMENTA FILHO, E. C. U., DORNELLAS, G. V. U., SOUSA, M. F. D. E. C., & FIGUEIREDO, M. V. D. U. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da caatinga nordestina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2004.
- SILVA, T. G. F, ARAÚJO PRIMO, J. T., MORAIS, J. E. F., DINIZ, W. J. S., SOUZA, C. A. A., SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10 – 18, abr. – jun., 2015
- SOARES II, JC & SILVA JÚNIOR, SS. ‘Palma forrageira: uma alternativa para sobrevivência no Semiárido’, **Revista Cabra e Ovelha**, vol. 34, no. 72, pp. 4-5, 2012.
- SOARES, M.S. Palma forrageira: Aspecto do cultivo e desempenho animal. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 14, n. 4, p. 6041-6055, 2017.
- SOUZA, C. M. S.; MEDEIROS, A. N.; FURTADO, D. A. et al. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma forrageira na ração na região do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1146-1153, 2010.
- TAIZ, L & ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5ª ed., **Artmed**, Porto Alegre, RS, 2013.
- TREVINO, I.H. **Utilização de palma forrageira (Opuntia ficus indica mill) em substituição ao milho no desempenho de cordeiros santa inês**. Areia - PB: CCA/UFPB, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba 74f, 2009.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington: Cornell Univertsity Press, p. 476, 1994.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações.** 1980. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

VOLTOLINI, T. V., NEVES, A. L. A., GUIMARÃES FILHO, C., NOGUEIRA, D., CAMPECHE, D., DE ARAUJO, G. G. L., ... & DE MORAES, S. A Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; DOREA, J. R. R. et al. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 26112616, 2010.