



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

SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E
CAPIM-BUFFEL

ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

AREIA – PB
FEVEREIRO – 2017

ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

**SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E
CAPIM-BUFFEL**

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 Zootecnista.

Área de concentração: Forragicultura

Orientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

AREIA – PB
FEVEREIRO – 2017

ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

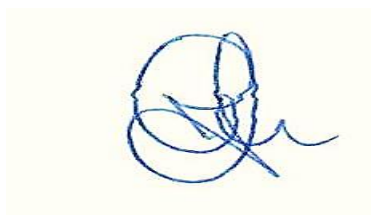
**SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E
CAPIM-BUFFEL**

Trabalho de conclusão de curso aprovado pela Comissão Examinadora em: 02 / 02 / 2017

Comissão Examinadora:



Orientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Universidade Federal da Paraíba / Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia
Presidente da banca examinadora (Orientador)



Examinadora: Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba / Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia
Membro da banca examinadora



Examinadora: Doutoranda Wilma Cristina Cavalcante dos Santos Sá
Universidade Federal da Paraíba / Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Membro da banca examinadora

AREIA – PB

FEVEREIRO – 2017

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a DEUS, nosso pai eterno por tudo que proporcionou em minha vida e na vida da minha família.

Dedico a minha família, especialmente aos meus pais, Alberto Carlos Henrique de Macêdo e Edilene Fernandes da Silva Macêdo, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da vida, pelo amor, carinho, confiança, dedicação, que sempre me deram força e coragem para realização de mais uma conquista realizada em minha vida.

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

M134s Macêdo, Alberto Jefferson da Silva.

Silagem na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel / Alberto Jefferson da Silva Macêdo. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
xvi, 58 f. ; il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.
Orientador: Edson Mauro Santos.

1. Silagem – Alimentação de ruminantes 2. Ração – Palma forrageira 3. Ração – Capim-buffel I. Santos, Edson Mauro (Orientador) II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, nosso pai eterno, que sempre está presente em minha vida, por ter me permitido conquistar mais esta vitória e chegar até o final deste trabalho com sabedoria.

A toda a minha família em especial aos meus pais Alberto Carlos Henrique de Macêdo e Edilene Fernandes da Silva Macêdo.

As minhas irmãs Estelly Raylla da Silva Macêdo e Olívia Maísa da Silva Macêdo.

À minha namorada Márcia das Neves Soares, pelo afeto, carinho, ajuda, estímulo e confiança na realização desta conquista.

Aos meus avós Eduardo Fernandes da Silva e Estelina de Macêdo Pereira pelo exemplo de vida, pelos ensinamentos de caráter e humildade e (*In memorian*) Antônio Henrique Pereira e Maria Fernandes da Silva.

Aos meus tios e tias (Erizalva, Odisséia, Elaine, Vania, Ronaldo, Gilberto, Elizangela, Rosângela e (*In memorian*) Rosicleide), pelo apoio e confiança.

Ao meu professor e amigo Edson Mauro Santos e a sua esposa professora Juliana Silva de Oliveira, pela orientação, conselhos, respeito, dedicação, amizade e pelos ensinamentos que me proporcionaram crescimento profissional e pessoal.

Aos meus amigos Luís Neto, Flávio, Natanael, Pedro, Silas, Thaiano, Vinicius e demais parentes e amigos.

Agradeço a todos os funcionários da (EMEPA – PB), Estação Experimental de Pendência, pela área e apoio cedido para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos de alojamento, Denizard Oresca, Thaiano Iranildo e Islaumax Darllony pela amizade e companheirismo.

À Universidade Federal da Paraíba, por ter possibilitado condições para a realização dos meus estudos e do presente trabalho.

Aos professores Edilson Paes Saraiva e Aline Mendes Ribeiro pela colaboração e apoio como coordenador e vice coordenadora de graduação do curso de Zootecnia.

Aos professores do Departamento de Zootecnia (DZ) pelos ensinamentos, como também aos professores dos demais departamentos (DCFS, DCB, DCV, DFE, DSER) dos quais frequentei e adquiri conhecimentos.

À todos os integrantes do GEF (Grupo de Estudos em Forragicultura) Edson Mauro, Vinicius, Priscilla, Elber, Danillo, Yasmin, Joyce, Yohana, Higor, Ricardo, Rosa, Nagnaldo, Messias, Leydiane, Wilma, Eriane, Samira, Ana Paula, José Maria, Ana Cecília, Gabriel e aos demais pela amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos, da Biblioteca, do Restaurante Universitário e da Coordenação pela contribuição em minha vida acadêmica.

Aos meus primos: Luís Neto, Flávio Eduardo, Edvânia, Thalles, Walisson, Woshington, Murilo Henrique, Diego, Maria Alice, Weverton, George, José Kauê, pela convivência ao longo destes anos.

Aos meus colegas de curso: Amanda, Bianca, Helinaldo, Dariane, Vinicius, Talita, Junior, Macyara, Maycon, Lucas, Pedro, Silas, Thaiano, Eduardo, Danilo, Eliaquim, Macilon e dentre tantos outros e aos demais de outras turmas que cursamos disciplinas em comum.

Enfim, a todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para o meu aprendizado e para que fosse possível a realização deste trabalho.

"O SENHOR é meu pastor e nada me faltará. Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas. Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do Seu nome. Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda. Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias"

(Salmos 23:1-6)

Bíblia Sagrada

BIOGRAFIA DO AUTOR

Alberto Jefferson da Silva Macêdo, filho primogênito de Alberto Carlos Henrique de Macêdo e Edilene Fernandes da Silva Macêdo, tendo como irmãs Estelly Raylla da Silva Macêdo e Olívia Máisa da Silva Macêdo, o autor nasceu no dia 04 de julho de 1994, na cidade de Solânea, Estado da Paraíba e residente na cidade de Cacimba de Dentro, Paraíba, Brasil.

No ano de 2011, concluiu o ensino médio na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Humberto Lucena, na cidade de Cacimba de Dentro, Paraíba, Brasil.

Em 05 de maio de 2012 ingressou no ensino superior no curso de Zootecnia, na Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – Campus II – Areia-PB, CCA/UFPB, concluindo seus estudos em 02 de fevereiro de 2017.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos relacionados as regiões áridas e semiáridas	3
2.2 Ensilagem e o processo fermentativo da silagem	5
2.3 Uso da palma forrageira na forma de silagem	14
2.4 Uso do capim-buffel na forma de silagem	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Local do experimento e período experimental	23
3.2 Procedimentos na ensilagem das rações e para o ensaio de degradabilidade	24
3.3 Variáveis avaliadas	27
3.4 Análises laboratoriais	27
3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS	48
7. ANEXO	57
7.1 Processo de inclusão dos ingredientes para a formulação das rações	57
7.2 Ração devidamente homogeneizada, pronta para ser ensilada	58
7.3 Ensilagem das rações em silos experimentais	58
7.4 Armazenamento dos silos experimentais	59
7.5 Abertura dos silos experimentais	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais	25
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações expressos em (g/kg de MS)	25
Tabela 3 - Concentrações de ácidos orgânicos de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel expressos em g/kg MS	33
Tabela 4 - Composição químico-bromatológica e recuperação de matéria seca de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel	36
Tabela 5 - Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) das rações na forma de silagem à base de palma forrageira e capim-buffel	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores do ph de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias).....	32
Gráfico 2 - Valores de contagem de bal de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)	40
Gráfico 3 - Valores de contagens de ent em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)	42
Gráfico 4 - Valores de contagem de ml de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)	44
Gráfico 5 - Valores da degradabilidade da ms em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de incubação ruminal (P)	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(p/v) – peso por vaso

a.C. – antes de cristo

AA – ácido acético

AB – ácido butírico

AGVs – ácidos graxos voláteis

AL – ácido láctico

AP – ácido propiônico

As – clima quente e úmido

BAL – bactérias do ácido láctico

Bsh – clima quente e seco

Bsa – clima quente e chuvoso

C. buffel – capim-buffel

CCA – Centro de Ciências Agrárias

CNF – carboidratos não fibrosos

CS – carboidratos solúveis

CT – capacidade tampão

DCB – Departamento de Ciências Biológicas

DCFS – Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais

DCV – Departamento de Ciências Veterinárias

DE – degradabilidade efetiva

DFE – Departamento de Fitotecnia e Ecologia

DIC – delineamento inteiramente casualizado

DSER – Departamento de Solos e Engenharia Rural

DZ – Departamento de Zootecnia

EE – extrato etéreo

EMEPA – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária

EPM – erro-padrão da média

ENT – enterobactéria

F. milho – farelo de milho

F. soja – farelo de soja

F. trigo – farelo de trigo
FDN – fibra em detergente neutro
GEF – Grupo de Estudos em Forragicultura
GMD – ganho médio diário
GML – general linear model
HPLC – high performance liquid chromatography
MAC – metabolismo ácido das crassuláceas
ML – mofo e levedura
MN – matéria natural
MS – matéria seca
N – normalidade
NRC – National Research Council
NT – nitrogênio total
PB – Paraíba
PB – proteína bruta
PVC – policloreto de vinila
RPM – rotações por minuto
SAS – statistical analysis system
TNT – tecido não tecido
UFC – unidade formadora de colônia
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
UV – ultra violeta
PVC – policloreto de vinila
S – leste
W – oeste
m – metro
N – nitrogênio
pH – potencial hidrogeniônico

LISTA DE SÍMBOLOS

% – percentual

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

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

' – grau em minuto

'' – grau em segundo

$\pm$ – 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

cm^2 – centímetro quadrado

CO_2 – símbolo da molécula de gás carbônico

dag – decagrama

g – grama

g/dia – grama por dia

H_2O – símbolo da molécula de água

H_2SO_4 – símbolo da molécula de ácido sulfúrico

ha – hectare

kg – quilograma

kgf – quilograma de força

km^2 – quilometro quadrado

m^3 – metro cúbico

mg – miligrama

mL – mililitro

mm – milímetro

NH_3 – nitrogênio amoniacal

nm – nanômetro

° – grau

O_2 – símbolo da molécula de oxigênio

°C – grau celsius

SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO À BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM-BUFFEL

RESUMO – Objetivou-se avaliar o padrão da fermentação e a degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS), das rações na forma de silagem à base de palma forrageira e capim-buffel. O experimento foi realizado no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba. Foram confeccionadas cinco rações a base de palma forrageira, capim-buffel, farelo de milho, farelo de trigo e farelo de soja. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. As rações foram ensiladas em silos experimentais por um período de 45 dias. Observou-se efeito ($P < 0,05$) na composição químico-bromatológica das rações. Nas rações que possuíam maior proporção de capim os teores de matéria seca e de proteína bruta foram menores, a fibra em detergente neutro foi mais elevada em comparação às rações que possuíam maior proporção de farelos. Não houve efeito ($P > 0,05$) para nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT), com valor médio de 1,47%. Houve efeito para recuperação de matéria seca (RMS), onde as rações que continham maiores proporções de concentrado apresentaram maiores valores de RMS, mas de modo geral todas as rações apresentaram RMS acima de 95%. Os valores de pH variaram de 3,85 a 4,05. O desenvolvimento de enterobactérias (ENT) ocorreu apenas nos três primeiros dias após fermentação. A contagem de populações de mofo e leveduras (ML) apresentou resultados semelhantes em todas as rações, permanecendo em torno de 3 a 7 log/UFC/g massa fresca (MF) durante todo o período de fermentação. As populações de bactérias ácido lácticas (BAL), em função dos períodos de fermentação (dias), apresentaram crescimento semelhante, observando-se um aumento nos primeiros dias de fermentação, estabilizando-se aos 45 dias após a ensilagem, com população variando de 4 a 11 log/UFC/g massa fresca (MF). Houve efeito ($P < 0,05$) para a produção de ácidos orgânicos, onde rações que possuíam maior proporção de palma e menor proporção de capim apresentaram maiores valores de ácidos orgânicos. A degradabilidade ruminal apresentou taxas de degradação acima de 70% para todas as rações. As silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim buffel apresentam adequado perfil fermentativo e elevada degradabilidade, podendo ser utilizada na alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: cactácea, conservação de forragem, ensilagem, semiárido, valor nutritivo

SILAGE AS FED FROM BASE OF CACTUS FORAGE AND BUFFEL GRASS

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the fermentation pattern and *in situ* ruminal degradation of the total mixed ration silage of forage cactus palm and buffel grass. The experiment was conducted in the Laboratory of Forragicultura of the Federal University of Paraíba, five diets were made using forage cactus palm, buffel grass, corn bran, wheat bran and soybean meal. The experimental design was completely randomized with five treatments and three repetitions. Diets were ensiled in experimental silos for a period of 45 days. It was observed an effect ($P < 0.05$) in the chemical-bromatological composition of the diets. In diets with highest proportion of grass, had lower dry matter and crude protein, the neutral detergent fiber was higher comparing at diets that had higher proportion of bran. There was no effect ($P > 0.05$) for ammoniacal nitrogen ($N-NH_3$) in relation to total nitrogen ($N-NH_3/TN$), with an average value of 1.47%. There was effect for dry matter recovery (DMR), where the diets with higher levels of concentrate had higher DMR values, but in general all diet presented DMR above 95%. The pH values ranged from 3.85 to 4.05. The development of enterobacteria (ENT) occurred only in the first three days after fermentation. The population count of mold and yeasts (MY) presented similar results in all diets, remaining around 3 to 7 log/CFU/g fresh mass (FM) throughout the fermentation period. Populations of lactic acid bacteria (LAB), as a function of the fermentation periods (days), presented similar growth, in the first days of fermentation, stabilizing 45 days after the ensiling, with population varying 4 to 11 log/CFU/ g fresh mass (FM). There was effect ($P < 0.05$) composition the diets on the production of organic acids, where diets that had a higher proportion of forage cactus and lower proportion of grass had higher values of organic acids. Ruminal degradability presented degradation rates above 70% for all diets. The silages in the form of feed based on forage palm and buffel grass have an adequate fermentation profile and high degradability, and can be used in the feeding of ruminants.

Key words: cactus pear, ensilage, forage conservation, nutritive value, production, semiarid

1. INTRODUÇÃO

Em todo o planeta a diversidade climática faz parte da realidade de milhões de habitantes, desde climas temperados até climas áridos. Seja pelo gelo ou pela escassez de chuvas, a produção animal pode ser prejudicada, de forma que a disponibilidade limitada de alimentos propicia ganho de peso em períodos de abundância, e perda de peso nos períodos de estiagem. A região Nordeste do Brasil apresenta aspectos particulares que difere de outras regiões. Localizada, em sua maioria, na região semiárida comporta milhões de habitantes, onde a atividade pecuária se destaca. Contudo devido a estacionalidade climática, o desempenho animal torna-se prejudicado (SALAH et al., 2016; VOLTOLINI et al., 2014; MOREIRA et al., 2007).

A palma forrageira é uma cactácea exótica e adaptada a regiões áridas e semiáridas. Seu cultivo é difundido em várias regiões do globo terrestre, representando uma importante fonte alimentar de água e nutrientes, com grande potencial na alimentação de animais ruminantes (TEGEGNE et al., 2007). Entretanto, seu uso exclusivo na alimentação de ruminantes não é indicado, pois devido à baixa concentração de fibra e proteína e ao elevado teor de umidade e minerais, esse alimento possui alta taxa de passagem e juntamente com a mucilagem da palma sendo uma substância composta por polissacarídeos complexos e com características hidrofílicas e que são facilmente fermentadas no rúmen, acarreta nos animais um efeito laxativo ou de fezes amolecidas. Essa situação não é atribuída a nenhuma enfermidade, mas sim pelas próprias características intrínsecas do alimento. Desta forma, deve-se sempre associar uma fonte de fibra fisicamente efetiva quando elevadas proporções de palma forrageira são disponibilizadas aos animais, com o objetivo de manter um adequado funcionamento do rúmen do animal (RODRIGUES et al., 2016).

Uma outra alternativa alimentar bastante utilizada pelos produtores em regiões áridas e semiáridas é o capim-buffel. Esta espécie forrageira tem sido utilizada como uma das principais fontes de volumosos disponíveis para os animais nessas regiões. O seu uso pode ser na forma de pastejo direto, pasto diferido, feno ou silagem. A mesma apresenta características singulares que se diferenciam de outras gramíneas, como rápido crescimento vegetativo e ciclo fenológico precoce, de acordo com sua idade de rebrota ocorrem mudanças bruscas em sua composição químico-bromatológica, de modo que o seu uso quando possível deverá ocorrer durante os períodos chuvosos onde o capim apresenta seu ponto ideal entre crescimento vegetativo, composição químico-bromatológica e valor nutritivo (VOLTOLINI et al., 2014; MONTEIRO et al., 2011).

A utilização da palma forrageira como o capim-buffel parece ser uma excelente forma de associar uma fonte de fibra ao uso da palma. Desta maneira seria possível otimizar a utilização dos nutrientes da palma, minimizando ocorrências de distúrbios nutricionais nos animais e permitindo o máximo de aproveitamento dos nutrientes presentes em ambos os alimentos.

A mistura desses ingredientes no silo, associado ao uso de alimentos concentrados, dar origem a um produto final que se caracteriza como uma silagem na forma de ração que atenda as exigências nutricionais de uma determinada espécie/categoria animal conforme o objetivo. Essa ração poderá ser armazenada em períodos de excesso de alimentos para serem oferecidas aos animais durante períodos de escassez.

Trabalhos similares de silagem na forma de ração são alvo de estudos em outras regiões do planeta. Várias forragens úmidas podem compor silagens na forma de ração completa. Xu et al. (2007), avaliando o valor nutritivo, digestibilidade aparente, qualidade de fermentação e balanço de nitrogênio de silagens na forma de ração contendo resíduos de chá advindos da indústria de chá em substituição ao resíduo de cervejaria cujos níveis variaram de 0, 50, 100 e 150 g/kg MS da dieta total, verificaram que todas as silagens apresentaram-se bem preservadas com baixo pH e baixo teor de nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total ($N-NH_3-NT$) e alto teor de ácido lático (AL) e todos os tratamentos foram ensilados e abertos aos 45 dias, as rações apresentaram em torno de 16% de proteína (PB), o consumo voluntário não foi afetado, a digestibilidade e o balanço de nitrogênio se apresentaram normais.

Hu et al. (2015), avaliando o uso de bagaço de pêssago em rações na forma de silagem contendo feno de alfafa, farelo de milho, farelo de soja, farelo de algodão, calcário, um suplemento de vitaminas e minerais, destacam a importância das concentrações de AL na conservação do material ensilado, observando características importantes no que diz respeito a fermentação do material. As silagens foram bem fermentadas apresentando valores médios de AL que variaram de $6,24 \pm 0,17$ a $6,54 \pm 0,08$ expressos em % matéria seca (MS) aos 28 dias após ensilagem.

Hernandez (2012), avaliando o ganho de peso de 20 cabras alimentadas sem e com silagem de palma adicionados por ureia e melaço na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de tritcale (*Triticosecale wittmack*), verificou que os animais alimentados com silagem de palma tiveram um ganho de peso diário superior de 140 g/dia enquanto o grupo controle obteve ganhos abaixo de 60 g/dia. A silagem foi confeccionada em silo tipo trincheira e de modo geral apresentou-se bem fermentada, e com base neste estudo pode-se

inferir que a silagem de palma na forma de ração quando associada a outros ingredientes alimentares proporcionaram melhor desempenho animal, barateando o custo da ração e otimizando o sistema de produção. Estudos demonstram que é possível a utilização de uma gama de ingredientes alimentares na alimentação animal.

O uso de silagem na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel na alimentação de animais ruminantes torna-se uma alternativa interessante que permite um melhor aproveitamento dos recursos alimentares, podendo otimizar o uso do palmal, intensificar a mão-de-obra, como também pode tornar-se uma fonte de renda extra para o produtor que poderá comercializar o excedente de silagem. Essa tecnologia ainda, permite a formação de uma mistura homogênea, minimizando a ocorrência da seleção dos ingredientes por parte dos animais, promovendo melhorias no desempenho animal e diminuindo os custos quando comparada a ração convencional.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a qualidade da fermentação e a degradabilidade da matéria seca da silagem na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos relacionados as regiões áridas e semiáridas

As zonas áridas e semiáridas são uma realidade em que estão presentes em vários locais do globo terrestre. Essas regiões constituem um conjunto de formações naturais e complexas sendo diferenciadas umas das outras. Estima-se que as regiões áridas e semiáridas ocupam aproximadamente 17% do globo terrestre (UNEP, 1992). Apesar de apresentarem características específicas que as diferem de outras regiões e entre si, são ambientes onde é possível produzir alimentos desde que se trabalhe de forma adequada.

No decorrer dos anos essas regiões estão sendo transformadas pelo acelerado processo de degradação, dentre eles estão os desmatamentos indiscriminados, pastoreio excessivo, assoreamento de córregos e rios, degradação dos solos, desertificação, uso ineficiente dos recursos naturais como terra, água, biomassa, pois cerca de 80% das terras agrícolas do planeta sofrem de moderada a severa erosão. São cerca de 12 milhões de hectares de terras aráveis, e nas regiões áridas e semiáridas esse impacto é maior (SALAH et al., 2016).

Neste contexto o Nordeste brasileiro possui uma área territorial que corresponde a 18,27% do território nacional, possuindo uma área de 1.561.177,80 km² e destes 962.857,30 km² estão inseridos no Polígono das Secas ou semiárido brasileiro, correspondendo a 53% da

área territorial total do Nordeste (ARAÚJO, 2011; IBGE 2011). Segundo o IBGE (2011), em 2010 a região Nordeste contava com uma população de 53 milhões de habitantes. Ao passo que a denominada região semiárida contava com aproximadamente 25 milhões de habitantes. O semiárido brasileiro é considerado uma das regiões existentes de maior contingente do planeta, vivendo mais de 45% dos nordestinos e o fator climático é determinante, influenciando diretamente sobre os outros fatores que compõem este cenário como flora, fauna, sociedade e demais aspectos, apresentando diferentes tipos de climas. Segundo a classificação de Köppen, a precipitação média anual varia de 150 a 1.350 mm, com grandes extensões abaixo de 700 mm e com temperaturas médias que variam de 15 a 40°C mínima e máxima respectivamente (ARAÚJO, 2011; SUDENE, 2003).

Apesar do clima tropical do Brasil favorecer a produção animal a pasto, também se torna um gargalo para a pecuária nacional. Principalmente pela estacionalidade da produção das pastagens, como também nas características edafoclimáticas de cada região, como no caso da região Nordeste que possui características particulares de outras regiões. Geralmente em um determinado período do ano ocorrem fases distintas, sendo um período de inverno onde ocorre excesso e outro período de escassez de forragem na época da estiagem, sendo que em determinadas regiões a duração desses períodos varia ao longo do ano e dos anos subsequentes. Para evitar que a estacionalidade climática afete a produção animal, devem-se utilizar estratégias para suprir as necessidades de alimentos para os animais durante todo o ano e ainda mais durante o período de escassez de alimentos. O entendimento dos processos que ocorrem para a conservação de forragens é essencial para a obtenção de volumosos conservados de qualidade (MONTEIRO et al., 2011).

Apresenta pluviosidade irregular durante o ano, apresentando variações ao longo dos anos, de tal forma que durante um ano, as chuvas podem se concentrar em três a quatro meses, permanecendo o restante do ano praticamente escassas. Devido a irregularidade das chuvas, que é uma característica da região, ocorre um déficit hídrico onde o potencial de evapotranspiração é maior do que as precipitações (SUDENE, 2003). Apresentando vegetação rústica, adaptada ao ambiente, as plantas da Caatinga em sua maioria apresentam espinhos e, ou acúleos, cutículas impermeáveis, armazenamento de água nas raízes, folhas e caules modificados, onde as diferenciações anatomofisiológicas, como exemplo de cactáceas que promovem o fechamento dos estômatos nas horas de temperaturas elevadas e sua abertura em temperaturas amenas, sendo classificadas em sua maioria caracterizadas por apresentarem xerofilismo, durante o período de estiagem apresentam-se em estágio de latência, grande parte da vegetação perde suas folhas (caducifólia), anuais ou herbáceas como também arbustivas e

arbóreas e utilizam as reservas adquiridas durante o período chuvoso para sobreviverem no período de estiagem aguardando as próximas chuvas. Os solos em sua maioria apresentam-se rasos e pedregosos, as poucas bacias sedimentares não apresentam fontes abundantes de água (GIULIETTI et al., 2006; SALIN et al., 2012).

As características do ambiente em questão condicionam a sociedade regional a viver principalmente de atividades econômicas ligadas à prestação de serviços, agricultura e à pecuária. Essas se baseiam na busca do melhor aproveitamento das condições naturais desfavoráveis, ainda que apoiadas em base técnica frágil, utilizando na maior parte dos casos, tecnologias rudimentares (ARAÚJO, 2011).

Assim, diante deste cenário a conservação de forragem para alimentação animal seja na forma de feno ou silagem, se torna indispensável em sistemas de produção, na qual a produção de silagem se torna uma prática essencial, pois se consegue armazenar forragem no período das águas para ser usado no período seco do ano. Para que essa técnica da produção de silagem se torne eficiente é preciso observar as características da forrageira a ser cultivada e a qualidade da silagem que se irá produzir (MOREIRA et al., 2007).

Segundo Silva et al. (2010), a disponibilidade de forragem no Brasil oscila entre os extremos de excesso e escassez, respectivamente em períodos de chuva e seca, principalmente na região Nordeste, devido à sazonalidade climática acentuada. Assim segundo Ribas et al. (2010), a conservação de forragem na forma de silagem pode ser uma opção para a pecuária da região Nordeste para elevar a oferta de alimentos, reduzindo os efeitos da estacionalidade da produção vegetal na produção animal.

No entanto, na região semiárida do Nordeste as irregularidades das chuvas têm contribuído para que os sistemas de criação dos produtores não alcancem resultados satisfatórios. Dessa forma, é importante analisar alternativas que sejam viáveis para a alimentação animal, que constitui o principal fator limitante à produção, devido à escassez de vegetação no período de estiagem e ao alto custo dos insumos utilizados na dieta dos animais (CAVALCANTI et al., 2011).

2.2 Ensilagem e o processo fermentativo da silagem

A produção animal tem grande importância para a região Nordeste em especial a produção de animais ruminantes, gerando fonte alimentar como leite e carne, gerando renda e movimentando a economia local. A base alimentar dos rebanhos de modo geral é a Caatinga da qual os pastos nativos não possuem condições adequadas para suprir as exigências

nutricionais dos animais durante todo o ano. Dessa forma, buscaram-se alternativas que maximizem a produção animal, viabilizando sua produção (VOLTOLINI et al., 2014; MONTEIRO et al., 2011).

As plantas forrageiras que podem ser utilizadas na alimentação animal são diversas podendo ser nativas e, ou, exóticas, que sejam adaptadas as condições áridas e semiáridas e que possuam eficiência no uso da água e de nutrientes produzindo biomassa em quantidade satisfatória (VOLTOLINI et al., 2014).

Para evitar que a estacionalidade climática afete a produção animal, deve-se buscar utilizar estratégias para suprir as necessidades de alimentos para os animais durante todo o ano, e ainda mais durante o período de escassez de alimentos. Diante deste contexto a conservação de forragem na forma de feno ou silagem permite um maior suprimento de alimentos quando a produção das pastagens é baixa ou cessada devido a fatores ambientais. O entendimento dos processos que ocorrem para a conservação de forragens é essencial para a obtenção de volumosos conservados de qualidade (SILVA et al., 2010).

A produção de silagem pode ser considerada uma técnica milenar, pois as primeiras fontes seguras sobre a ensilagem das forragens provêm de papiros egípcios, os quais relatam o processo entre os anos de 1.500 – 1.000 anos a.C., usando a planta inteira de cereais. Silos tipo torre, parcialmente enterrados, da época de 1.200 a.C. foram encontrados em escavamentos arqueológicos próximos da cidade de Cartago (Tunísia – Norte da África) (KIRSTEIN, 1963). Esse relato histórico retrata a importância da conservação dos alimentos via fermentação por microrganismos que eram feitas centenas de anos atrás.

Ensilagem consiste no armazenamento de forragem úmida em local fechado isento de oxigênio, essa técnica tem como objetivo conservar as características nutricionais do alimento proporcionando o mínimo de perdas da massa ensilada, para posterior utilização na alimentação animal (NEUMANN et al., 2010). A conservação do material ensilado consiste na paralisação das enzimas das células vegetais e também na conversão de açúcares solúveis (glicose, frutose, sacarose, arabinose, xilose, frutanas) e compostos nitrogenados solúveis (aminoácidos livres, peptídeos, proteínas) que são convertidos em meio anaeróbio em ácidos orgânicos pelos microrganismos presentes na massa ensilada, em destaque para o desenvolvimento de bactérias do ácido láctico, acidificando o meio, promovendo abaixamento do pH e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como clostrídios, enterobactérias, fungos filamentosos e leveduras (DANNER et al., 2003).

A ensilagem, apesar de não ser uma técnica difundida em determinadas regiões, é favorável, pois, além de conservar o alimento, permite preservar o que há de mais valioso no

período seco, a água. A qualidade da silagem produzida depende de inúmeros fatores dentre eles estão a execução da técnica da ensilagem relacionada ao dimensionamento do silo, compactação, tamanho de partícula da massa ensilada, vedação do silo dentre outros fatores, como também depende das propriedades intrínsecas do próprio alimento tais quais o teor de MS, população microbiana epifítica das plantas, concentração de carboidratos solúveis (CS), capacidade tampão (CT), produção de ácidos orgânicos (AGVs) que determinam as principais características da capacidade e qualidade de fermentação dos ingredientes alimentares (DRIEHUIS & VAN WIKSELLAR, 2000).

O teor de umidade no momento da ensilagem merece destaque, pois com teores de umidade acima de 80% irão proporcionar inadequado processo de conservação, elevada produção de efluentes que tem efeito potencial de contaminação do meio ambiente, pois carregam compostos nitrogenados, açúcares solúveis, ácidos orgânicos e sais minerais, gerando perdas de nutrientes de forma em geral, como também ocorrerá fermentações oriundas de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, clostrídios e leveduras. O teor de matéria seca (MS) para fermentação adequada varia em torno de 28 a 40%. Valores acima de 40% irão desencadear problemas de compactação, presença de oxigênio no interior do silo podendo ocorrer o desenvolvimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos promovendo prejuízos do material ensilado (JOBIM et al., 2007).

Destaca-se a importância da MS em teor adequado do material a ser ensilado para evitar fermentações indesejáveis, no caso do capim-elefante que apresenta seu ideal ponto de corte com elevado valor nutricional quando possui baixo teor de MS, sendo necessário a adição de aditivos absorventes de umidade e, ou adição de nutrientes que impulsionem o processo de fermentação. Desta forma Monteiro et al. (2011), avaliando o efeito da adição de aditivos absorventes de umidade na ensilagem de capim-elefante verificaram que os aditivos promoveram adequado padrão de fermentação como também aumentaram os valores de MS a partir de 17,87% no tratamento controle e variando de 27,95 a 31,65% MS verificados nas silagens que receberam os aditivos absorventes de umidade e inclusão de nutrientes.

A população microbiana de culturas forrageiras colhidas difere da encontrada durante o processo de fermentação e no produto final. As plantas geralmente possuem microbiota autóctone equilibrada. Mas, durante os procedimentos de colheita, transporte, corte e, ou ensilagem do material, compactação a depender do método adotado e até mesmo das espécies vegetais nativas ou cultivadas ou se haverá inclusão de outras espécies vegetais ou aditivos, pode haver mais contaminações e, ou variações nessa microbiota. A possibilidade de multiplicação dessas populações microbianas na massa ensilada está relacionada às condições

do meio que naturalmente irá selecionar os grupos microbianos que poderão se desenvolver (SANTOS et al., 2010).

A concentração de CS em plantas que serão destinadas para confecção de silagem merece destaque, pois CS são compostos por diversos tipos de carboidratos, sendo essenciais no processo de ensilagem por promoverem boa qualidade de fermentação, sendo utilizados como fonte de substrato por bactérias presentes no meio, convertendo esses carboidratos em ácidos orgânicos principalmente em ácido lático, promovendo a acidificação do meio e a conservação do material ensilado. Algumas gramíneas e leguminosas como no caso do capim-elefante e da alfafa respectivamente, apresentam baixas concentrações de CS podendo ser prejudicial no processo de fermentação, sendo necessário a inclusão de aditivos ou emurchecimento dessas culturas antes de ensilar (ÁVILA et al., 2006). Segundo McDonald et al. (1991), o valor mínimo de CS necessário para uma fermentação láctica eficiente de silagens varia em torno de 6 a 8% com base na MS.

Outras plantas que geralmente apresentam concentrações de CS em sua composição acima do mínimo indicado como no caso do milho e sorgo. Nesse caso devido ao excesso de CS, após o período de fermentação quando a silagem é exposta ao oxigênio (abertura do silo) os CS residuais e o excesso de ácido lático produzidos estão prontamente disponíveis para serem utilizados por microrganismos deterioradores da massa ensilada ocasionando em perdas de nutrientes e baixa estabilidade aeróbia de silagens, como no caso da silagem de milho, após a exposição desta silagem ao ar, podendo haver predominância de fungos filamentosos e leveduras, que resultam em fermentações secundárias (NEUMANN et al., 2010). Nesses casos deve-se utilizar aditivos eficazes que promovam melhorias no processo de fermentação. A utilização de aditivos químicos ou biológicos oriundos de culturas lácticas tem ocorrido no intuito de amenizar essa situação.

Segundo Ávila et al. (2009) a CT é considerada como a resistência que a massa ensilada possui em relação ao abaixamento do pH quando ácidos fortes são liberados no meio, influenciando na acidificação da massa ensilada. A CT pode variar entre plantas forrageiras em função de várias características como teor de nitrogênio, sais minerais, ácidos orgânicos, CS dentre outras características. Forragens destinadas ao processo de ensilagem devem possuir baixa CT, pois no processo de fermentação da silagem quanto mais rápido ocorre a queda do pH, menos afetadas serão as características nutricionais da silagem (ÁVILA et al., 2009).

A produção de ácidos orgânicos (AGVs) ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido isobutírico (AI), ácido propiônico (AP), ácido valérico (AV), ácido

isovalérico (AI), ácido succínico (AS) e ácido fórmico (AF) (McDONALD et al., 1991) no interior da massa ensilada sendo produzido por microrganismos de diversos gêneros, em especial por bactérias do ácido láctico (BAL), sejam elas homofermentativas ou heterofermentativas é de fundamental importância para a conservação do material ensilado. Para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente quantificados são os ácidos AL, AA, AP e AB.

O AL em silagens bem fermentadas domina em sua maioria o material ensilado, conservam a massa ensilada e são produzidos por BAL homofermentativas e heterofermentativas em meio anaeróbio. O AL é considerado um ácido forte ao ponto de cessar o próprio desenvolvimento das BAL e o de outros microrganismos, a concentração deste ácido na massa ensilada é um dentre vários indicativos que apontam para uma silagem apresentar-se bem fermentada (MUCK, 2010).

O AA é produzido em sua maioria por BAL heterofermentativas, enterobactérias (ENT) e em sua minoria também por alguns tipos de clostrídios, além de afetar negativamente a queda do pH, as fermentações promovidas por esses microrganismos acarretam maiores perdas de MS e energia do material ensilado. Esse ácido pode representar em torno de 20 a 30% de todos os ácidos presentes no material ensilado, e pode atuar de forma antifúngica. Estudos realizados com BAL heterofermentativas demonstram o potencial deste ácido como inibidor de microrganismos indesejáveis como fungos filamentosos e leveduras, e seu uso pode acarretar em melhorias na estabilidade aeróbia de silagens que apresentam elevadas concentrações de AL e CS residuais (McDONALD et al., 1991).

O AP ocorre em menor escala, é produzido em sua maioria por bactérias propiônicas e BAL heterofermentativas com potencial antifúngico, durante a fase inicial e final da ensilagem, o AP pode eficazmente inibir a atividade de microrganismos indesejáveis (MUCK, 2010).

A concentração de AB pode ser considerada como um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo, sendo indicativo da proliferação de clostrídios sacarolíticos na massa ensilada, apresentando perdas acentuadas de MS e energia da forragem original durante a fermentação, esse conteúdo de AB é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo da forragem (MUCK & BOLSEN, 1991).

Em situações distintas, as etapas para se produzir silagem englobam vários procedimentos desde a colheita e picagem da forrageira no campo e, ou galpão, o transporte da forragem picada até o silo, a descarga e a distribuição da forragem no silo, a compactação e

a vedação do silo. Para que a produção de silagem ocorra com sucesso deve-se executar adequadamente todos os procedimentos em cada etapa do processo. O conhecimento apropriado das etapas da ensilagem, incluindo o que ocorre durante o processo de fermentação e após a abertura do silo, permite-se adotar estratégias para controlar a qualidade obtida no volumoso conservado, minimizando perdas de ordem nutricional desses alimentos (MUCK, 2010).

Segundo Weinberg & Muck (1996), o processo de ensilagem é dividido em quatro fases:

Fase 1 - Pré-fechamento do silo: Essa fase ocorre quando a forragem é colhida no campo, picada e transportada para o local onde será ensilada, ocorrendo a compactação desse material que tem como principal objetivo a expulsão do O_2 atmosférico presente no meio, durante essa fase as rupturas das células em função do corte da forragem permitem o extravasamento de líquido celular que contém enzimas proteases, hemicelulases, amilases, polissacarídases da própria planta que podem hidrolisar proteínas em aminoácidos livres e carboidratos em monossacarídeos, a liberação desses substratos permitem o desenvolvimento de microrganismos oriundos da microbiota epifítica como fungos, leveduras e bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas.

Devido ao O_2 residual presente na massa ensilada ocorre a respiração celular das células oriundas das plantas como também o desenvolvimento de vários grupos microbianos, convertendo aminoácidos livres e açúcares solúveis em ácidos orgânicos, calor, CO_2 e H_2O , a respiração nesta fase não somente poderá causar perdas de MS, como também induzir a processos oriundos pelo aumento da temperatura, como é o caso da reação de Maillard, na qual aminoácidos e açúcares se complexam, tornando-se caramelizados e indisponíveis.

Fase 2 - Fermentação Ativa: A duração desta fase depende das características da planta ensilada e das condições do processo de ensilagem, a respiração da planta remove o O_2 residual, promovendo condições anaeróbias, iniciando-se a fase de fermentação. Ocorre quebra das células das plantas, as quais liberam mais quantidades de conteúdo celular, ocorrendo também perdas de efluentes (contendo CS e frações nitrogenadas). Na fase inicial da fermentação pode ocorrer competição de microrganismos pelos substratos disponíveis podendo desenvolver-se ENT, clostrídios, bacilos, leveduras e BAL homofermentativas e heterofermentativas, depois ocorrendo uma fase estável, quando o pH é reduzido abaixo de 4,5, a população de ENT e outros microrganismos deletérios declina rapidamente, tornando-se as BAL os principais microrganismos na silagem juntamente com a produção de AL.

Fase 3 - Fermentação Estável: Ocorre diminuição da fermentação de forma que as BAL dominam a massa ensilada devido à produção de AGVs em sua maioria AL, ocorre a conservação do material ensilado, o pH permanece em torno de 4,0 ocorrendo declínios da população de BAL devido a acidez promovida pelo AL permanecendo em equilíbrio por tempo indeterminado.

Fase 4 - Abertura do silo: Durante essa fase o material após fermentado é exposto ao ambiente aeróbio, a concentração de AL e açúcares solúveis residuais podem ser utilizados para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores do alimento como fungos filamentosos e leveduras, esse excesso de açúcares pode provocar baixa estabilidade aeróbia das silagens. Estes microrganismos começam a multiplicar-se na presença de O₂ promovendo aquecimento e liberação de H₂O da massa ensilada e contribui para alterações químicas principais da silagem, indicada por uma redução de AL, elevação do pH e um decréscimo substancial no valor nutricional, podendo ainda produzirem compostos tóxicos para a saúde animal.

Nesse contexto da conservação de alimento via fermentação, tem-se a microbiologia de silagens como foco de diversos estudos ao longo dos anos, pois o processo fermentativo está ligado diretamente à fauna microbiana, seja ela adicionada durante o processo de fermentação ou da própria microflora epifítica da planta a ser ensilada. Entender como funciona a técnica de ensilagem e como os grupos microbianos atuam promovendo a conservação do alimento e os possíveis caminhos que o processo fermentativo poderá seguir, constituem pontos chave para se produzir silagem de qualidade (MUCK, 2010).

A cultura forrageira na ensilagem contém microrganismos aeróbios e anaeróbios como BAL homofermentativas e, ou heterofermentativas, enterobactérias, clostrídios, fungos filamentosos e leveduras, a dinâmica de como esses grupos microbianos se desenvolvem na massa ensilada influenciam diretamente nas características sobre a qualidade da conservação da silagem (PAHLOW et al., 2003).

Segundo Muck (2010), as BAL, são um conjunto de bactérias, apresentando como principais gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc* uma vez que nesses microrganismos mais de 70% dos compostos do metabolismo é AL que são encontrados comumente na silagem (PAHLOW et al., 2003). Todos eles produzem AL como seu principal produto de fermentação de açúcares, mas também outros produtos, particularmente AA, etanol e CO₂, são comuns.

Esses gêneros bacterianos são agrupados em homofermentativas e heterofermentativas, pois os produtos da fermentação são produzidos a partir da utilização de CS como pentoses (xilose e ribose) e hexoses (glicose e frutose). As bactérias homofermentativas produzem somente AL utilizando um mol de glicose gerando dois moles de AL, enquanto as bactérias heterofermentativas produzem um mol de AL, um mol de CO₂, ou um mol de etanol e ou um mol de AA a partir de um mol de glicose.

As bactérias do AL em geral são essenciais para que ocorra um adequado processo de fermentação onde as produções de AGVs em especial para o AL promovem a acidificação do material ensilado ocorrendo declínio do pH e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como ENT, fungos filamentosos e leveduras, essas bactérias precisam de uma fonte de substrato adequada para seu pleno desenvolvimento (PAHLOW et al., 2003). No entanto, apesar de suas exigências serem complexas, elas dominam a fermentação de culturas uma vez que condições anaeróbias sejam atingidas no interior do silo.

As ENT são uma família de bacilos gram-negativos, com várias propriedades em comum. Embora possam ser encontradas amplamente na natureza, a maioria habita os intestinos do homem e dos animais, seja como membros da microbiota normal ou como agentes de infecção. São consideradas anaeróbias facultativas, na silagem conseguem se desenvolver sob condições anaeróbias, imediatamente após o fechamento do silo, a fermentação anaeróbia se inicia pelo crescimento das enterobactérias nos primeiros dias após a ensilagem do material sendo inibidas em meio a valores de pH abaixo de cinco. Estas bactérias são a principal fonte de gases no interior do silo utilizando como substrato CS e convertendo em AA em maior quantidade, como também etanol e CO₂. ENT são também os principais concorrentes das bactérias produtoras de AL pelos CS durante o início da fermentação, outros produtos de fermentação em silagem se apresentam como sinais de sua presença são o ácido succínico, acetoína e 2,3-butanodiol (MUCK, 2010).

Algumas ENT podem produzir toxinas na silagem comprometendo a qualidade higiênica, podendo ocorrer contaminações por ENT na saúde animal. Após a abertura do silo quando a silagem está exposta em meio aeróbio as ENT proporcionam a deterioração aeróbia onde Reich & Kung Jr. (2010), avaliando a estabilidade aeróbia de silagem de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* em combinação com diferentes estirpes de BAL observaram que ocorreu o desenvolvimento de ENT após a abertura do silo que provavelmente utilizou como fonte de substrato o AL e CS residuais presentes na silagem, como também os autores observaram diminuição da ingestão da silagem pelos animais devido a algum outro composto que foi produzido, não especificamente o AA.

Clostrídios são microrganismos anaeróbios obrigatórios, e os seus efeitos sobre a qualidade da silagem normalmente ocorrem muito depois das BAL pararem de crescer ativamente no silo. O principal produto da sua fermentação é o AB como também AA, AP e etanol, possuindo efeito negativo sobre a qualidade da silagem, liberando CO₂, gerando perdas de MS e energia, principalmente quando o pH se encontra acima de cinco e elevado teor de umidade, esses microrganismos fermentam CS, AL e aminoácidos. São divididos em três grupos pelos principais compostos que fermentam: clostrídios proteolíticos fermentam aminoácidos em AB, AA, AP, amônia e aminas. Os clostrídios sacarolíticos fermentam CS e AL em AB e CO₂. Clostrídios sacaroproteolíticos fermentam açúcares e aminoácidos em AB e demais outros compostos (MUCK, 2010; OLIVEIRA et al., 2010; REIS et al., 2008).

Os fungos filamentosos são microrganismos estritamente aeróbios e indesejáveis em silagens podem se desenvolver gerando uma gama de compostos orgânicos, que podem influenciar na diminuição da qualidade da silagem, atuam no consumo de açúcares solúveis e AL, metabolizam celulose e outros componentes da parede celular e produzem micotoxinas, sua presença visual é uma indicação de que a silagem é considerável de menor qualidade, são também motivo de preocupação por causa da sua produção de micotoxinas que são geralmente produzidas sob condições de estresse e variam amplamente entre as espécies, são prejudiciais em relação à saúde dos animais ao se alimentarem de silagem contaminada. Portanto, um manejo adequado no processo de ensilagem pode-se evitar a ocorrência em concentrações prejudiciais desse microrganismo na massa ensilada (MUCK, 2010).

Os fungos filamentosos são microrganismos indesejáveis em silagens por atuarem no consumo de açúcares e AL, metabolizarem celulose e outros componentes da parede celular e produzirem micotoxinas (SCUDAMORE & LIVESEY, 1998). Uma espécie de fungo que é comumente relatada em silagens e está frequentemente associada à deterioração e aquecimento da massa ensilada é o *Aspergillus fumigatus*. As micotoxinas produzidas por fungos podem ser nocivas à seres humanos e animais, atualmente se conhece mais de 300 tipos diferentes que podem ser encontradas nos alimentos, estudos realizados em diferentes tipos de silagem detectaram várias micotoxinas dentre as mais comuns se tem a *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e ser humano, podendo causar meningite, encefalite, septicemia, endocardite, aborto, abscessos e lesões purulentas. Esta bactéria está presente no solo e na planta a ser ensilada. Geralmente a listéria não é um problema em silagens bem fermentadas (SCUDAMORE & LIVESEY, 1998).

A presença de leveduras na silagem é considerada indesejável, pois estes microrganismos não contribuem para acidificação da mesma, as leveduras podem ser

encontradas em diversos tipos de silagem pois são consideradas anaeróbias facultativas e podem se desenvolver em níveis de acidez variados, crescem em substratos como açúcares solúveis e AL, capazes de se desenvolver em uma faixa variável de pH 3,5 a 6,5 gerando como produto de fermentação etanol e CO₂ gerando perdas de MS e energia, influenciando diretamente na qualidade da silagem durante a fermentação e após a abertura do silo, sendo responsável pela deterioração do material na presença de O₂. Com isso, forragens com níveis substanciais remanescentes de açúcar e AL residuais predis põem ao desenvolvimento de leveduras (MUCK, 2010).

O conhecimento da técnica da ensilagem e dos fatores extrínsecos e intrínsecos que influenciam na qualidade do produto final e dos diferentes grupos microbianos, conhecendo a sua dinâmica e como estes atuam na massa ensilada promovendo a conservação do material ensilado a partir da fermentação anaeróbia, são aspectos de grande relevância para se produzir silagem de qualidade (MUCK, 2010).

2.3 Uso da palma forrageira na forma de silagem

No Brasil, se for considerada a aptidão agrícola por regiões, evidencia-se a fração reduzida de áreas apropriadas para a agricultura (ALMEIDA et al., 2015), sendo a produção animal uma das grandes aptidões do país. Pela irregularidade na distribuição de chuvas, a pecuária é a grande vocação da região Nordeste do Brasil, tendo a Caatinga como importante recurso forrageiro, a qual pelas características sazonais das plantas, pelas condições adversas de clima e solo, e principalmente, por parte da vegetação ser de plantas não forrageiras, apresenta baixa capacidade de suporte (SANTOS et al., 2010).

Assim, o cultivo de espécies forrageiras perenes, adaptadas as condições do semiárido, é importante alternativa para a sustentabilidade de produção nessa região. A palma forrageira de gêneros mais utilizados (*Opuntia* e *Nopalea*) é de metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) e apresenta elevada eficiência no uso da água. Os requisitos para suportar os rigores de clima e as especificidades físico-químicas dos solos das zonas semiáridas diz respeito à sua capacidade de captação diária de CO₂ e a perda de água, fenômenos que ocorrem geralmente à noite, cujo intercâmbio de gases, diferindo da assimilação fotossintética das plantas clorofiladas C₃ e C₄, caracterizadas por formarem como primeiro produto da fotossíntese, ácidos com três e quatro moléculas de carbono, respectivamente. Essas características são extremamente importantes do ponto de vista ambiental, podendo a palma

ser utilizada para reduzir os danos causados pelo efeito estufa ao ambiente, resultante do aumento na concentração de CO₂ e outros gases na atmosfera (NOBEL, 2001).

Conforme Santos et al. (2006), para a obtenção de elevadas produtividades da palma e manutenção dessa produtividade ao longo dos sucessivos cortes, aspectos como correção do solo e adubação, técnica de plantio adequada, controle de plantas daninhas e manejo correto de colheita devem ser considerados, além da utilização de uma cultivar melhorada.

Segundo Lopes e colaboradores (2012), a palma se consolidou, no semiárido brasileiro como forrageira estratégica fundamental nos diversos sistemas de produção pecuário, no entanto, é uma planta de enorme potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser usada na alimentação humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação de solos, cercas vivas, paisagismo, além de uma infinidade de usos. É a planta mais explorada e distribuída nas zonas áridas e semiáridas do planeta, contudo sua real dimensão produtiva ainda não foi plenamente conhecida no Nordeste brasileiro.

A palma apresenta-se como uma alternativa para as regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro, visto que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, sendo bem adaptada às condições adversas do semiárido, suportando prolongados períodos de estiagem, a palma se caracteriza como sendo o principal alimento fornecido aos rebanhos, independentemente da época do ano (ALMEIDA et al., 2015).

A presença da palma na dieta dos ruminantes em períodos de estiagem ajuda os animais a suprir grande parte da água necessária do corpo, a energia da palma é similar à do milho podendo substituir na dieta dos animais o milho pela palma (ALMEIDA et al., 2015). Segundo Silva & Santos (2007), um fator importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a MS degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, conseqüentemente, consumo semelhante ao dos concentrados. No entanto, essa espécie forrageira possui algumas particularidades sobre a sua composição químico-bromatológica que restringem o seu uso como fonte exclusiva de volumoso para animais ruminantes, devendo ser fornecida associada a uma fonte de fibra e uma fonte de proteína.

Pesquisando o efeito da substituição parcial de feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta de ovinos, Bispo et al. (2007), observaram efeito linear negativo sobre o consumo de água total à medida que se elevaram os níveis de palma forrageira na dieta de ovinos, esse fato foi explicado com base no maior consumo de água via palma.

Segundo Bispo et al. (2007), a palma possui elevadas concentrações de carboidratos-não-fibrosos (CNF), pectina, amido, aminoácidos além de outros nutrientes, a sua composição de fibra possui ligações fracas e dessa forma apresenta-se de rápida fermentação ruminal e elevada digestibilidade, sendo que os nutrientes são rapidamente disponíveis para a produção de ácidos orgânicos e síntese microbiana.

A palma de maneira geral possui em sua composição químico-bromatológica baixas concentrações de MS, fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) e possui elevadas concentrações de CNF, pectina e minerais principalmente cálcio. Apesar de ser uma planta forrageira adaptada as condições áridas e semiáridas e ter potencial como fonte de água e nutrientes para alimentação de ruminantes, o seu uso em grandes proporções ou individualmente podem causar distúrbios nutricionais em animais ruminantes, causando diarreias, pois geralmente a sua concentração de fibra não é suficiente para manter as condições adequadas das funções ruminais, devendo ser fornecida aos animais associada a uma fonte de fibra juntamente com uma fonte de proteína (RODRIGUES et al., 2016).

Rodrigues et al. (2016), avaliando diferentes ecotipos de palma forrageira, verificaram que as concentrações de MS, FDN, PB e minerais que variaram de $14,58\% \pm 1,14$ para $12,85\% \pm 1,62$, $164,67 \pm 16,12$ g/kg MS para $198,99 \pm 13,35$ g/kg MS, $68,01 \pm 5,11$ g/kg MS e $82,52 \pm 9,55$ g/kg MS respectivamente. Este estudo releva que as concentrações de nutrientes e de umidade variam em função de características intrínsecas e extrínsecas, como ecotipo utilizado, solo, clima, adubação, período de corte, trato cultural, onde deve-se buscar alternativas de fornecimento desse alimento aos animais sem causar prejuízos de qualquer natureza.

Almeida et al. (2015), avaliando o efeito de substituição do milho pela palma nos níveis de 0, 33, 66 e 100% na dieta de cabras leiteiras em crescimento a pasto, não recomendam a substituição do milho pela palma em 100% da dieta logo que verificaram a ocorrência de distúrbios nutricionais causados pelo excesso de palma na dieta ocorrendo redução no desempenho animal.

Bispo et al. (2007), avaliando o efeito de substituição do feno de capim-elefante pela palma nos níveis de 0, 14, 28, 42 e 56% do feno, verificaram que ao nível de substituição de 56% a palma promoveu efeitos benéficos sobre o consumo, a digestibilidade e a fermentação ruminal na dieta, aumentando a ingestão e melhorando a digestibilidade dos nutrientes na dieta de ovinos.

O uso da palma na dieta de ruminantes possui suas particularidades onde esse recurso alimentar deve estar associado a uma fonte de fibra. Diversas pesquisas demonstram sua

importância e diferentes formas de utilização, assim para otimizar a utilização da palma forrageira na dieta de ruminantes é necessário ter conhecimento de suas características e da associação da palma com outros ingredientes alimentares promovendo condições adequadas de alimentação e melhorias no desempenho animal (TEGEGNE et al., 2007).

O uso da silagem a base de palma não é apenas foco de estudos no Brasil, pois em outros países essa prática é comum, como no caso na região do Marrocos na África, onde criadores divulgam a técnica ensinando a outros como se aplica essa tecnologia, sendo possível associar a palma com restos de culturas como milho, capim e sorgo associado a uma outra proporção de concentrados, como trigo, cevada e argan, que sejam viáveis e de baixo custo (ADOUS, 2016).

Estudos realizados com silagem de palma na forma de ração completa demonstram que os ovinos tiveram desempenho satisfatório. Segundo os pesquisadores ao se oferecer uma ração na forma de silagem rica em nutrientes como energia e proteína e especialmente em água para alimentar animais com o propósito de produzir leite ou carne em regiões áridas e, ou semiáridas é certamente algo excepcional e que merece ser fonte de estudos em busca de aprimorar a técnica e repassar essas informações aos criadores que são os maiores beneficiados. Estudos avaliando o desempenho de ovinos alimentados com e sem silagem de palma na forma de ração total, mostram que os custos para a confecção da silagem foram menores em relação a ração convencional, os animais alimentados com silagem de palma na forma de ração tiveram um ganho médio diário (GMD) de 270 g/dia enquanto os animais recebendo dieta convencional tiveram um ganho médio diário de 109 g/dia. Outros estudos mostram que a duração dessa silagem desde que bem fermentada e em condições adequadas de conservação podem ser armazenadas a períodos superiores a 24 meses, sendo uma reserva alimentar estratégica que pode ser utilizada em longos períodos de estiagem. (ADOUS, 2016).

Várias forragens úmidas podem compor silagens na forma de ração completa. Xu et al. (2007), avaliando o valor nutritivo, digestibilidade aparente, qualidade de fermentação e balanço de nitrogênio de silagens na forma de ração contendo resíduos de chá advindos da indústria de chá em substituição ao resíduo de cervejaria cujos níveis variaram de 0, 50, 100 e 150 g/kg MS da dieta total, verificaram que todas as silagens apresentaram-se bem preservadas com baixo pH e baixo teor de nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total ($N-NH_3-NT$) e alto teor de AL o material foi ensilado e aberto aos 45 dias, após analisadas as rações apresentaram em torno de 16% de PB, o consumo voluntário não foi afetado, a digestibilidade e o balanço de nitrogênio se apresentaram normais.

Hu et al. (2015), avaliando o uso de bagaço de pêssego em rações na forma de silagem contendo feno de alfafa, farelo de milho, farelo de soja, farelo de algodão, calcário, um suplemento de vitaminas e minerais, destacam a importância das concentrações de AL na conservação do material ensilado, observando características importantes no que diz respeito a fermentação do material. As silagens foram bem fermentadas apresentando valores médios de AL que variaram de $6,24 \pm 0,17$ a $6,54 \pm 0,08$ expressos em % MS aos 28 dias após ensilagem, que proporcionaram adequada conservação das silagens, sendo que esses valores estão associados aos adequados teores médios de CS que variaram de $17,7 \pm 0,36$ a $25,9 \pm 0,22$ expressos em % MS e a outras características intrínsecas dos ingredientes alimentares. Estudos demonstram que é possível a utilização de uma gama de ingredientes alimentares na alimentação animal.

Hernandez (2012), avaliando o ganho de peso de 20 cabras alimentadas sem e com silagem de palma adicionados por ureia e melaço na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de tritcale, verificou que os animais alimentados com silagem de palma tiveram um ganho de peso diário superior de 140 g/dia enquanto o grupo controle obteve ganhos abaixo de 60 g/dia. A silagem foi confeccionada em silo tipo trincheira e de modo geral apresentou-se bem fermentada, e com base neste estudo pode-se inferir que a silagem de palma na forma de ração quando associada a outros ingredientes alimentares proporcionaram melhor desempenho animal, barateando o custo da ração e otimizando o sistema de produção.

Suarez (2012), avaliando o ganho de peso de 20 ovelhas alimentadas sem e com silagem de palma adicionados por ureia e melaço na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de tritcale, verificou que os animais alimentados com silagem de palma tiveram um ganho de peso diário superior a 100 g/dia enquanto o grupo controle obteve ganhos abaixo de 50 g/dia, com base neste estudo pode-se inferir que a silagem de palma na forma de ração quando associada a outros ingredientes alimentares proporcionaram desempenho animal satisfatório.

Trabalhando com silagem de palma, Mokoboki et al. (2016), avaliando os níveis de melaço 0, 8, 16 e 24% com base na MS sobre o valor nutritivo e as características fermentativas das silagens de palma verificaram que os teores de MS variaram de 8,44 a 9,25%, os teores de FDN variaram de 10,5 a 25,9%, os teores de PB variaram de 5,25 a 7,35%, os valores de pH variaram de 3,08 a 3,98 sendo estes indicativos para uma silagem bem preservada. Os teores de AL variaram de 49,5 a 100,5 g/kg de MS.

Uma das razões para que a silagem de palma apresente elevadas concentrações de AL quando feitas de forma correta, está associada a sua composição químico-bromatológica pois

a palma apresenta elevada concentração de CS que estão presentes em uma substância chamada mucilagem onde no presente estudo as concentrações variaram de 29 a 147 g/kg de MS, esses carboidratos ao serem expostos no interior do silo em meio anaeróbico são prontamente utilizados por grupos microbianos e principalmente por BAL estas com o tempo dominam o meio produzindo AL e promovendo a conservação do material (MOKOBOKI et al., 2016).

A mucilagem é uma das inúmeras substâncias presentes na palma, possui várias funções de cunho farmacêutico, nutricional, industrial, etc. Esta substância é composta por vários tipos de carboidratos complexos como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, possuindo duas frações hidrossolúveis diferentes, uma rica em pectina com aspecto gelatinoso e a segunda fração mais hidrofílica e sem gelificação, e de modo geral a mucilagem apresenta alta capacidade de retenção de água (SEPÚLVEDA et al., 2007).

Gusha et al. (2015), avaliando os parâmetros ruminais de ovelhas suplementadas como silagem na forma de ração à base de palma e leguminosa verificaram que as silagens apresentaram adequados valores de pH que variaram de 4,1 a 4,2, sendo as silagens compostas por 70% de palma e 30% de leguminosa, e essa mistura tinha como objetivo elevar o teor de MS, FDN e PB, enriquecendo essa mistura do ponto de vista nutricional e ao mesmo tempo melhorando as características físicas, proporcionando condições para que ocorresse adequada fermentação do material ensilado. Os autores verificaram que os animais que receberam as silagens à base de palma e leguminosa apresentaram maior síntese microbiana, elevou-se a digestibilidade parcial como também foram maiores as concentrações de AGVs quando comparado ao tratamento controle.

Gusha et al. (2013), avaliando a composição nutricional e a aceitabilidade de silagem mista de palma forrageira associada a feno de leguminosa oferecida aos animais durante o período de estiagem na Turquia verificaram que as silagens apresentaram bom padrão de fermentação, os valores de pH variaram de 3,97 a 4,11 e os teores de MS variaram de 37 a 43%. Todas as silagens apresentaram aceitabilidade satisfatória pelos animais (ovinos e bovinos). Este estudo demonstra que a palma pode ser utilizada como fonte de alimento alternativo na forma de silagem e esta não promove efeitos laxativos quando associada a uma fonte de fibra efetiva, evitando distúrbios metabólicos.

Araba et al. (2013), em busca de desenvolver novas formas de utilização de resíduos advindo do fruto da palma e de cladódios da palma na alimentação de ruminantes no Sul do Marrocos na África, observaram que tanto o resíduo do fruto como também os cladódios são ricos em água e carboidratos não fibrosos (CNF), possuem baixo teor de MS e de PB, em

busca de promover a utilização desses ingredientes na alimentação animal resolveram associar esses alimentos na forma de ração completa na forma de silagem, essa ração era composta por cladódios, fruta da palma, polpa de beterraba, palha de cevada, farelo de trigo, ureia, vitaminas e minerais. Esse material foi misturado em suas devidas proporções e ensilados em sacos plásticos para alimentar 40 cordeiros em sistema de confinamento, após o período de fermentação de 30 dias as rações foram oferecidas aos animais e após a avaliação do desempenho dos ovinos verificaram que as rações tiveram preço do kg de MS inferior ao das rações clássicas, os animais obtiveram GMD de 148 g/d. Os animais obtiveram ganhos satisfatórios e próximos do esperado que era de 200g/d de acordo com as recomendações do NRC (2007). De acordo com os resultados obtidos o uso de resíduos do fruto da palma e do cladódio associado com outros ingredientes alimentares na dieta de ovinos proporcionou resultados satisfatórios sendo tecnicamente aplicável e financeiramente viável. Esta nova forma de alimentação seria interessante para suprir as exigências nutricionais dos animais principalmente durante os períodos de estiagem.

Cürek & Özen (2004), avaliando características fermentativas de silagem de palma advindos de cladódios com diferentes idades e associados a três diferentes dietas sendo compostas por palma forrageira acrescido de feno de alfafa (dieta 1: feno alfafa; dieta 2: palma + feno alfafa; dieta 3: silagem de palma + feno alfafa) verificaram que a degradabilidade *in situ* da MS em 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após incubação ruminal, as taxas de degradação efetiva variaram de 38,63 a 84,95%, onde as silagens de cladódios jovens apresentaram maiores teores de CNF e extrato etéreo (EE) e a taxa de degradação dos cladódios jovens foi superior à taxa de degradação de cladódios velhos, os valores de pH variaram de 3,54 a 4,51, tendo variação nos cladódios jovens e sem variação nos cladódios velhos, as concentrações de AL variaram de 3,98 a 2,14% MS, onde todas as silagens apresentaram adequada qualidade de fermentação.

2.4 Uso do capim-buffel na forma de silagem

Os recursos forrageiros que podem ser utilizados na alimentação animal são diversos podendo, serem nativos e, ou exóticos que sejam adaptadas as condições áridas e semiáridas e que possuam eficiência no uso da água e de nutrientes produzindo biomassa em quantidades satisfatórias. Dentre as plantas forrageiras o capim-buffel [*Cenchrus ciliaries* (L.)] se destaca por ser uma planta exótica de origem africana que foi trazida para o Brasil e se adaptou no ambiente semiárido, é uma gramínea C₄ que possui razoável valor nutritivo, média

digestibilidade, médios teores de proteína, possui seu sistema radicular bem desenvolvido, resistente a longos períodos de estiagem e possui boa palatabilidade, esta gramínea pode ser utilizada na forma de pastejo direto, pasto diferido, feno ou silagem (VOLTOLINI et al., 2014; MOREIRA et al., 2007).

Moreira et al. (2007), avaliando o potencial de produção do capim-buffel e sua utilização na forma de pasto diferido em uma área de 7,5 hectares no sertão pernambucano verificaram que a disponibilidade de fitomassa ao longo do ano variou de 6.492 kg MS/ha para 3.356 kg MS/ha, juntamente com o capim foram identificadas 22 espécies diferentes de plantas invasoras e outro tipo de gramínea o capim urocloa, a composição químico-bromatológica do pasto variou ao longo do ano com valores que variaram principalmente na MS, PB, FDN e lignina apresentando valores de 58,69 a 72,82 % MS, 3,04 a 4,52% PB, 68,49 a 77,44% FDN e 2,12 a 3,94% de lignina, conforme era de se esperar conforme se aumentava a idade da planta e diminuía a disponibilidade de água no solo, aumentou-se os teores de MS e FDN e diminuiu o teor de PB, esses resultados estão associados a própria fisiologia da planta à medida que ocorrem mudanças em sua fenologia tende a ocorrer diminuição do valor nutritivo de modo geral e maior lignificação dos colmos e folhas, apesar da disponibilidade de fitomassa que o capim apresentou como uma adequada fonte de fibra, podendo ser utilizado na dieta de ruminantes, alterações em seu valor nutritivo causam ineficiência da sua utilização.

Estudos demostram que a utilização da silagem de capim-buffel é melhor aproveitada pelos animais do que na forma de pasto diferido, levando em consideração que as chuvas no semiárido brasileiro são escassas e má distribuídas, fazem o capim acelerar seu ciclo fenológico ocorrendo um rápido crescimento e florescimento no período das chuvas, época onde possui melhores condições para atingir o seu pleno desenvolvimento e consequentemente melhores valores nutricionais principalmente com baixo teor de fibra e elevado teor de proteína. Por outro lado, durante o período seco no pasto diferido ocorre a secagem do material, diminui o teor de proteína e ocorre aumento do teor de fibra e lignificação do material, condições estas que caracterizam como uma forragem com baixo valor nutritivo (VOLTOLINI et al., 2014).

Pinho et al. (2013), avaliando a qualidade da fermentação 1, 3, 7, 15 e 30 dias após ensilagem de capim-buffel em função de diferentes alturas de corte 30, 40, 50 e 60 cm, verificaram que os teores de MS variaram de 194,2 a 224,1 g/kg durante 30 e 60 cm de altura respectivamente, as silagens apresentaram teores médios de AL que variaram de 21,7 a 28,3 g/kg de MS forragem, o pico da produção de AL se deu aos sete dias após a ensilagem, a

concentração de CS na planta variaram de 23,8 a 31,0 g/kg de MS e na silagem após 30 dias de fermentação variaram de 7,12 a 8,13 g/kg de MS. Esses resultados indicam que a silagem de capim-buffel provavelmente irá ter boa estabilidade aeróbia logo que os CS disponíveis foram prontamente utilizados para a produção de AL e os teores de CS residuais apresentaram em baixas concentrações, dessa forma evitando a ocorrência de fermentações indesejáveis após a exposição do material em meio aeróbio. Os valores de N-NH_3 foram considerados elevados indicando proteólise do material ensilado variando de 35,8 a 70,9 N-NH_3 %/NT esse fato pode ter ocorrido a baixas concentrações de MS e com elevada quantidade de água presente no material ensilado promoveu condições para o desenvolvimento de bactérias do gênero clostrídio, os valores de pH variaram em função das alturas de corte e dos períodos de fermentação variando de 4,5 a 5,5 sendo considerados acima do indicado pela literatura de acordo com McDonald et al. (1991), porém valores aceitáveis para capins tropicais.

A utilização do capim-buffel na forma de silagem se justifica além do fato de possuir maior valor nutritivo ao se comparar a um pasto diferido (feno em pé) e a silagem feita a partir do pasto no período chuvoso, para regiões que possuem déficit hídrico, a utilização da silagem pode contribuir além dos nutrientes que atenderão as necessidades alimentares dos animais também servirá de aporte hídrico onde parte das exigências em água que o animal possui será atendida na água presente no alimento (VOLTOLINI et al., 2014).

Silva (2014), avaliando o potencial de utilização da silagem de capim-buffel em substituição a silagem de milho por meio da determinação do desempenho, das características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos da raça Santa Inês machos não castrados com peso vivo médio de 20 kg mantidos em confinamento por 62 dias, verificou que a silagem apresentou adequada qualidade de fermentação. Os diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de capim-buffel nas dietas, não alteraram ($P>0,05$) o peso vivo final (PVF), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e o consumo de MS (g/dia, % do PV e $\text{PVM}^{0,75}$). Os animais apresentaram, em média, GPD de 140,16 g, alcançando 70,1% da expectativa de GMD, de acordo com as recomendações do NRC (2007), para ganhos de 200 g em dietas para ovinos confinados na mesma faixa de peso corporal. Não houve diferença ($P>0,05$) para conversão alimentar. Não foi observado diferença ($P>0,05$) no peso vivo ao abate (PVA), peso de corpo vazio (PCV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF) e na perda de peso por resfriamento (PR) em ovinos submetidos à dieta com substituição da silagem de milho pela silagem de capim buffel. Não houve diferença ($P>0,05$) na conformação (CF) e cobertura de gordura (CG). Estes resultados demonstram que a substituição da silagem de milho por silagem de capim buffel, em dietas para ovinos

mestiços de Santa Inês com sem padrão racial definido (SPRD), em confinamento, pode ser realizada, pois proporciona um consumo de nutrientes, desempenho e rendimentos de carcaças satisfatórios.

Souza (2011) avaliando a composição químico-bromatológica e o perfil fermentativo das silagens de quatro cultivares de capim-buffel, sendo elas: Pusa Giant, Tanzânia, Buchuma e Biloela, ensiladas em cinco idades de corte (20, 35, 50, 65 e 80 dias), verificou que o percentual de MS variou de 19,75 a 37,45% para o cultivar Pusa Giant com idade de corte aos 20 dias e para o cultivar Buchuma aos 80 dias de idade respectivamente, já a PB variou de 3,81 a 12,89% para o cultivar Buchuma aos 80 dias de idade e para a cultivar Tanzânia com idade de corte aos 20 dias respectivamente. Os valores de pH variaram de 3,8 a 4,7 apresentando-se de um modo geral um pouco acima do que a literatura preconiza que é de 3,8 a 4,2 (McDONALD et al., 1991), já as perdas em relação ao %MS variaram de 0,99 a 11,52% onde as cultivares colhidas em idades a partir de 20 dias tiveram maiores perdas em relação as silagens das cultivares que foram colhidas aos 80 dias, os valores de N-NH₃ foram elevados que variaram de 9,81 a 19,58% N-NH₃ %/NT, foi observado um aumento da concentração de AL (P<0,05) com o avanço da idade de corte para todas as cultivares e a concentração do ácido lático variaram de 1,12 a 3,09% ácido lático na MS. De modo geral as silagens apresentaram qualidade satisfatória do ponto de vista fermentativo, sendo essas características semelhantes ou até superiores a outros tipos de capins que são usados frequentemente na alimentação de ruminantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e período experimental

O trabalho foi realizado no período de Fevereiro de 2015 a Junho de 2016. A palma forrageira utilizada foi proveniente de um palmal localizado no município de Arara-PB e o capim-buffel foi oriundo da estação experimental na Fazenda Pendência, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA).

O procedimento de ensilagem do material, as aberturas ocorreram após a ensilagem nos dias 1, 3, 7, 15 e a última abertura foi realizada aos 45 dias após a ensilagem. Os silos foram abertos e conduzidos a amostragem para as devidas análises.

Avaliou-se também a degradabilidade *in situ* das rações na forma de silagem, observando o desaparecimento da MS, este ensaio foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira, Centro de Ciências Agrárias (CCA) do Departamento de Zootecnia (DZ) da

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, Paraíba, situada na Mesorregião do Agreste e Microrregião do Brejo Paraibano, município de Areia, nas coordenadas geográficas de 06° 57' 46" S e 35° 41' 31" W, com altitude de 623 m. O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido). De acordo com dados da Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba a precipitação média anual no município de Areia é de 1.400 mm, a temperatura média anual é em torno de 22,5°C e a umidade relativa média é em torno de 80%. O quadrimestre mais chuvoso é constituído dos meses de Abril a Julho, e representa 62% do total médio anual (EMBRAPA, 2006).

3.2 Procedimentos na ensilagem das rações e para o ensaio de degradabilidade

A palma forrageira foi oriunda de uma propriedade particular pertencente ao município de Arara-PB, a palma foi cultivada em sistema de sequeiro, sem adubação e apenas com tratamentos culturais, a palma forrageira utilizada no trabalho foi a (*Opuntia ficus indica* Mill) ou palma gigante foi colhida com idade cronológica de aproximadamente 24 meses após rebrota. O capim-buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.)] foi obtido da estação experimental da Fazenda Pendência pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do estado da Paraíba (EMEPA), o capim foi colhido de um pasto já formado, cultivado em sistema de sequeiro e sem adução, em que o ponto de corte foi realizado com 40 dias após rebrota durante o final do período chuvoso, ambos com o auxílio de facão.

A colheita da palma foi realizada deixando apenas o cladódio mãe e um cladódio primário. Já o capim-buffel foi cortado a uma altura média de 10 cm acima do nível do solo.

Após o procedimento de colheita, os materiais foram conduzidos imediatamente as dependências do Setor de Bovinocultura de leite do Centro de Ciências Agrárias (CCA), campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde o material foi picado individualmente em forrageira estacionária, previamente regulada para o tamanho de partículas médio de 2,0 cm para que proporciona-se uma adequada compactação do material a ser ensilado.

Foram coletadas amostras compostas da palma, do capim e demais ingredientes, anteriormente à ensilagem, para sua caracterização químico-bromatológica. Após picados os materiais foram conduzidos ao Laboratório de Forragicultura (UFPB/CCA) onde procedeu-se a ensilagem em suas devidas proporções. Os ingredientes das rações foram misturados manualmente sobre uma lona plástica até atingir a homogeneidade.

As misturas representavam as cinco rações formuladas em que variaram os níveis de inclusão de capim-buffel (CB) de 0; 15; 25; 30 e 35% com base na matéria natural (MN) para atender as exigências de 200g de ganho de peso por dia de ovinos com 30 kg de peso vivo (NRC, 2007). As rações foram constituídas pelos seguintes ingredientes: palma forrageira, capim-buffel, farelo de trigo, farelo de milho e farelo de soja, conforme exposto na (Tabela 1). A composição químico-bromatológica dos ingredientes e das rações podem ser observados na tabela 2.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes experimentais

Ingredientes (g/kg de MS)					
Componentes	P. forrageira	C. buffel	F. trigo	F. soja	F. milho
Matéria seca	70,0	310,0	860,0	890,0	900,0
Proteína bruta	45,6	60,5	167,2	465,0	94,5
FDN ¹	250,0	740,0	380,4	220,0	210,0

FDN¹ = fibra em detergente neutro.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS¹)

Ingredientes (g/kg de MS ¹)	Dietas ²				
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB
P. forrageira	624,00	554,30	517,00	495,60	466,30
C. buffel	000,00	149,40	252,00	302,10	357,70
F. trigo	139,10	83,40	37,80	18,00	00,00
F. soja	70,70	63,50	57,60	55,00	52,50
F. milho	166,20	149,40	135,60	129,30	123,50
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição químico-bromatológica das rações (g/kg de MS)					
MS ¹	381,91	352,47	323,59	312,10	303,87
PB ³	180,10	166,93	155,03	148,95	142,53
FDN ⁴	284,32	320,01	342,17	362,12	387,55
CS ⁵	99,24	99,62	99,04	96,77	96,16

¹Matéria seca; ²0%CB = 0% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 15%CB = 15% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na dieta com base na matéria

natural; 30% CB = 30% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 35% CB = 35% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; ³PB = proteína bruta; ⁴FDN = fibra em detergente neutro; ⁵CS = carboidratos solúveis.

A compactação do material foi realizada com soquetes de madeira para atingir uma densidade específica de aproximadamente 500 kg/m³ de MN. Foram confeccionados 75 silos de policloreto de vinila (PVC) sendo hermeticamente fechados, com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura onde o material de estudo foi ensilado, ocorrendo abertura das silagens para avaliação das características fermentativas nos dias 1, 3, 7, 15 e 45 após a ensilagem. Durante as aberturas dos silos foram realizadas as amostragens para as diversas análises, na abertura de 45 dias após a ensilagem coletou-se material para análises de ácidos orgânicos (AGVs) e composição químico-bromatológica e degradabilidade da MS das silagens na forma de ração. Para o ensaio de degradabilidade *in situ* as amostras de ração foram acondicionadas em sacos de fibra sintética do tipo tecido não tecido (TNT), gramatura 100 mm, com dimensões de 9 × 6,5 cm, na quantidade de aproximadamente 1,3g de matéria seca (MS)/saco, a fim de manter relação próxima a 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (NOCEK, 1988). Os períodos de incubação foram aos tempos de 3, 6, 12, 24, 48, 96, e 144 horas, sendo que o tempo zero hora correspondeu a lavagem dos sacos em água corrente fria, para determinação da fração solúvel. As amostras, em todos os tempos de incubação, foram colocadas juntas em suspensão no rúmen, onde os sacos foram presos a um cordão de náilon com 30 cm, preso à tampa da cânula e ancorados com peso de 0,5 kg presa à extremidade do cordão de náilon. Todas as amostras, em cada tempo, foram incubadas em duplicata. Os sacos foram colocados em ordem inversa sendo retirados todos ao mesmo tempo, promoveu-se uma lavagem uniforme do material na ocasião da retirada do rúmen. Para a realização do ensaio de degradabilidade foram utilizados três bovinos machos castrados mestiços de Girolando, fistulados no rúmen, com peso médio de 600 kg e foram mantidos em confinamento durante todo o período experimental. Durante todo o período de incubação ruminal, os animais foram alimentados com uma dieta composta por 70% de capim-elefante *in natura* e 30% de concentrado. Os ingredientes que foram usados no preparo do concentrado foram: farelo de milho, farelo de soja, suplemento de vitaminas, sal comum e suplemento mineral.

O ambiente ruminal dos animais foi adaptado a uma dieta semelhante a que era composta as silagens na forma de ração, por um período de quinze dias, e as diferentes rações na forma de silagem foram incubados nestes, por um período de seis dias, sendo alimentados duas vezes ao dia, pela manhã as 8 horas e no período da tarde as 16 horas.

3.3 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas para o processo fermentativo e composição químico-bromatológica, foram: potencial hidrogeniônico (pH), ácidos orgânicos (AGVs), ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB), teor de nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total (N-NH₃-%NT), contagem de populações microbianas, sendo elas as bactérias lácticas (BAL), as enterobactérias (ENT), os mofo e leveduras (ML). As coletas de amostras para a análise microbiológica foram realizadas em cinco períodos sendo nos dias 1, 3, 7, 15 e 45 dias após a ensilagem. Para avaliação da composição químico-bromatológica foi avaliada a MS, FDN, CS e PB.

Para o ensaio de degradabilidade após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente e em seguida submetidos à secagem em estufa de ar com ventilação forçada, a 60°C por 72 horas, e pesados para determinação do desaparecimento da MS de acordo as metodologia preconizada pela AOAC (1990).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS foram obtidos por diferença de peso encontrado para cada componente entre as pesagens feitas antes e após a incubação ruminal sendo expressos em porcentagem (%).

A recuperação de MS foi estimada de acordo com Zanine et al., (2006) pela seguinte equação:

$$\text{RMS(g/kg de MS)} = [(\text{MVfo} \times \text{MSfo}) / (\text{MSi} \times \text{MSsi})] \times 100, \text{ onde:}$$

RMS (g/kg de MS): Recuperação de MS em porcentagem;

MVfo: Massa Verde de forragem (kg) na hora da ensilagem;

MSfo: MS da forragem (%) na hora da ensilagem;

MSi: Massa da Silagem (kg) antes da abertura dos silos;

MSsi: MS da Silagem (%) na abertura dos silos.

3.4 Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e Laboratório de Nutrição Animal da UFPB/CCA.

Em todas as aberturas descartaram-se as porções superior e inferior de cada silo, equivalendo a aproximadamente 5 cm cada, e a porção central sendo homogeneizada para posteriores análises. Foram coletadas amostras para determinação de AGVs (AL, AA, AP e AB), composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ*, Uma amostra de 25g em duplicata de silagem foi coletada para determinação do pH, segundo Bolsen et al. (1992). Em

100 mL de água destilada foram adicionados 25g de silagem, permanecendo em repouso por 1 hora, para leitura de pH, utilizando-se um potenciômetro.

Para a análise de ácidos orgânicos 10g de amostra foram diluídos em 90 mL de água destilada e filtrados em papel filtro tipo Whatman (KUNG Jr. & RANJIT, 2001). Em 1 mL do filtrado adicionou-se 1mL de solução de ácido metafosfórico 20% (p/v). As amostras foram centrifugadas a 13.000 rpm por 15 minutos, e posteriormente enviadas para a Universidade Federal de Viçosa, para análise dos ácidos orgânicos (AL, AA, AP e AB) em cromatógrafo líquido de alto desempenho High Performance Liquid Chromatography (HPLC), marca SHIMADZU, acoplado ao detector ultravioleta (UV) modelo SPD-10AVP utilizando-se como comprimento de ondas 210 nm. Sendo utilizada uma coluna C-18, de fase reversa, com pressão de 168 kgf e fluxo de 1,5 mL/minuto.

Para a determinação do nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total ($N-NH_3/\%NT$) das amostras, seguiu-se a metodologia conforme Bolsen et al. (1992), onde, 25g de amostra foram adicionadas com 200 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 0,2 normalidade (N). Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro e ocorreu a estimativa considerando o nitrogênio total da amostra (DETMANN et al., 2012).

Para enumeração dos grupos microbianos foram obtidos 10g de amostras procedentes da homogeneização de todas as repetições de cada tratamento, sendo adicionados 90 mL de água destilada nas amostras e homogeneizadas em liquidificador durante 1 minuto, obtendo-se a diluição de 10^{-1} . Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, objetivando-se obter diluições variando de 10^{-1} a 10^{-9} sendo consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônia (UFC). O plaqueamento foi realizado em duplicata em placas de *petri* estéreis.

As populações microbianas foram quantificadas, utilizando-se meios de culturas seletivos para cada grupo microbiano listados a seguir: Agar Rogosa (Difco), para enumeração das BAL após incubação por 48 horas em estufa Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D.), à 37°C; Brilliant Green Agar (Difco), para enumeração de ENT após incubação por 24 horas em estufa B.O.D. à 37°C; e Batata Dextrose Agar, foi acrescido de 1 dag/kg de ácido tartárico a 1%, após a esterilização, para contagem de ML após incubação por 3-7 dias em estufa B.O.D. à 25°C. Considerou-se então as médias das placas da diluição selecionada 10^{-4} . A diferenciação entre leveduras e bolores foi dada pela estrutura física das colônias, o que foi visualmente perceptível, pois leveduras são unicelulares e bolores são multicelulares.

As análises de composição químico-bromatológica em MS, FDN e PB, foram realizadas de acordo com as metodologias preconizadas pela AOAC (1990), com adaptação de Detmann et al. (2012). Para a determinação de FDN foi utilizada a metodologia preconizada por Mertens (2002) com α -amilase. Foram coletadas amostras, no momento da ensilagem e na abertura final, com intuito de se determinar essas variáveis do material ensilado antes do processo fermentativo.

Para se determinar a concentração de carboidratos solúveis (CS), utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações de Corsato et al. (2008). Construiu-se uma curva padrão com concentrações crescentes de solução de glicose (0; 0,0015; 0,0030; 0,0045; 0,0060; 0,0075; 0,0090; 0,0105 g de glicose/100 mL de água destilada em balão) depois pipetou-se em duplicata 1 mL de cada solução de glicose e transferiu-se para tubos de ensaio com tampa rosqueável. Posteriormente, adicionou-se 0,5 mL de solução de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado (a manipulação destes reagentes foi realizada dentro de uma capela e com de luvas). Após as pipetagens, os tubos foram homogeneizados em vórtex e deixados esfriar a temperatura ambiente. Posteriormente realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 490 nm.

Posteriormente pesou-se 0,0500 g da amostra de silagem pré-seca moída a 1 mm, depois adicionou-se no balão volumétrico de 50 mL e completar com a solução de álcool etílico a 80% até a marca, depois vedou-se com tampa plástica e plástico filme posteriormente as amostras foram levadas ao banho-maria durante 30 minutos a 80°C, depois homogeneizou-se o conteúdo e realizou-se a filtração com auxílio de TNT em proveta de 100 mL. Posteriormente no conteúdo filtrado foi adicionada água destilada até completar 100 mL. Após isso o extrato etanólico foi transferido para um frasco com tampa, para evitar volatilização. Depois pipetou-se 1 mL do extrato etanólico e transferiu para tubos de ensaio com tampa rosqueável. Posteriormente, adicionou-se 0,5 mL de solução de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado (a manipulação destes reagentes foi realizada dentro de capela e com luvas). Após as pipetagens, os tubos foram homogeneizados em vórtex e deixados esfriar a temperatura ambiente. Posteriormente procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a 490 nm.

As análises de composição em MS referente ao ensaio de degradabilidade foram realizadas de acordo as metodologias preconizadas pela AOAC (1990), com adaptação de Detmann et al. (2012).

3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Os dados relacionados aos grupos microbianos, bactérias do ácido láctico (BAL), (mofo e leveduras (ML) e enterobactérias (ENT), os dados foram analisados de forma descritiva em unidade logarítmica sendo representados na forma de gráficos. Para as demais variáveis, composição químico-bromatológica, AGVs e N-NH₃ por ocasião da abertura dos silos, devido à homogeneidade das condições experimentais os dados foram coletados e analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), 5 x 3 com cinco tratamentos e três repetições, apenas para a abertura aos 45 dias após ensilagem.

Para avaliação do pH, em função do período de fermentação, procedeu-se o ajuste dos dados ao modelo não-linear: $Y_t = A + B \times e^{-ct}$, proposto por Hristov & Mcallister (2002), esse modelo é um método clássico para a avaliação de medidas que se expressam em função do tempo, onde o cálculo dos coeficientes angulares é determinante para se identificar as maiores ou menores intensidades de fermentação em função dos valores de pH.

Os dados referentes a composição químico-bromatológica e aos ácidos orgânicos foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste Tukey. Sendo utilizado o “PROC GLM – General Linear Models”, do software Statistical Analysis System – SAS (SAS, 2010), considerando como valores significativos de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$).

Com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAS, 2010), foram calculadas as taxas de degradação da MS de acordo com a equação proposta por Ørskov & McDonald (1979): $D_t = A + B \times (1 - e^{-ct})$, em que: D_t = fração degradada no tempo t (%); A = fração solúvel (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração B (h^{-1}); e t = tempo (horas). Os coeficientes não-lineares A , B e c foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. A degradabilidade efetiva (DE) da MS no rúmen foi calculada utilizando-se o modelo proposto por Ørskov & McDonald (1979):

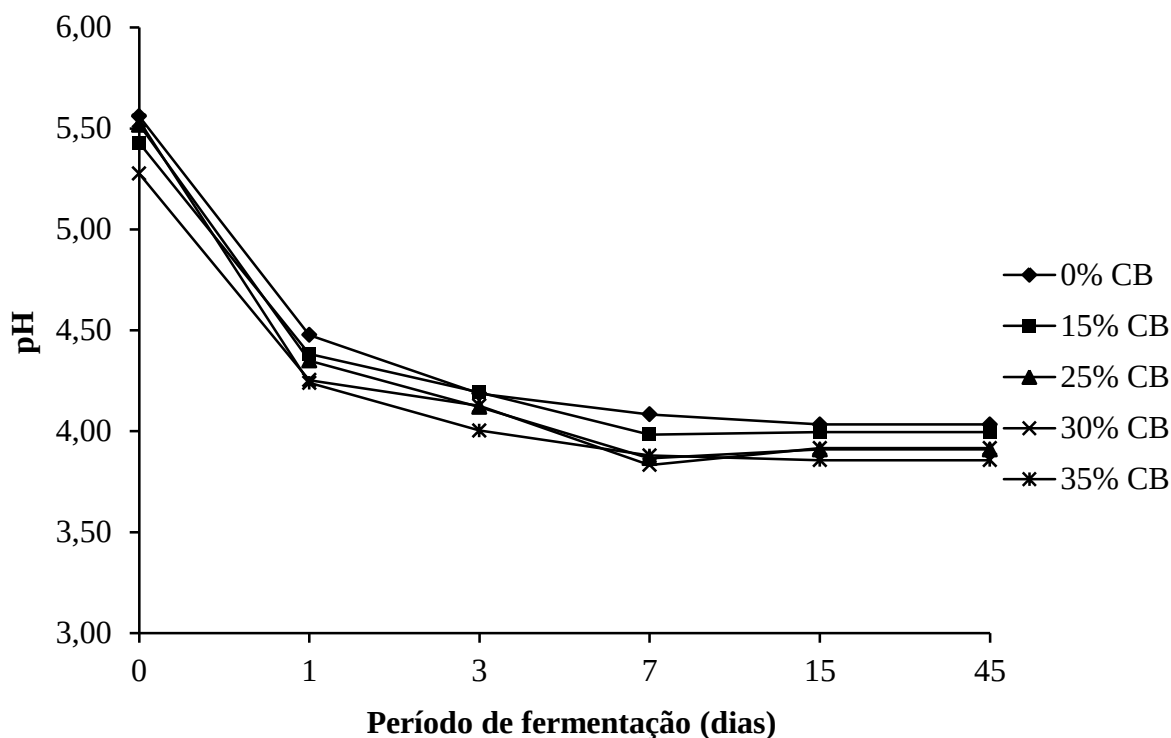
$DE = A + (B \times c / c + k)$, em que k corresponde à taxa estimada de passagem das partículas no rúmen.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados dispostos no (Gráfico 1), observa-se que os valores de pH foram decaindo conforme as aberturas, de modo que no ato da ensilagem os valores variaram de 5,28 a 5,56, já aos 15 dias após a ensilagem os valores de pH variaram de 3,86 a 4,03 e na última abertura que ocorreu aos 45 dias após a ensilagem observa-se que os valores de pH

variaram de 3,85 a 4,05, indicando a estabilidade do material, onde todas as rações independente do dia de abertura apresentaram valores de pH semelhantes, demonstrando a homogeneidade das condições que o material foi ensilado, pois os valores de pH se comportaram conforme indicado pela literatura. Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com a faixa recomendada por McDonald et al. (1991), que é entre 3,8 a 4,2, o que indicaria um dos parâmetros que torna uma silagem de boa qualidade e processo fermentativo adequado.

Esse fato pode ser atribuído aos alimentos que foram utilizados na confecção das rações, especialmente a palma forrageira que apresenta elevados teores de açúcares fermentáveis como relatado por Mciteka (2008) e Vasta et al. (2008). Quando a palma foi associada a outros alimentos como os farelos que também apresentam elevados teores de açúcares fermentáveis sendo superiores a 8% MS como relatado por Hu et al. (2015), Xu et al. (2007), Ávila et al. (2006) e Zanine et al. (2006), as condições adequadas que as rações foram ensiladas também contribuíram para tal resultado, como teores adequados de MS, os ingredientes utilizados provavelmente possuíam elevados teores de carboidratos solúveis, baixa capacidade tamponante, tamanho de partícula adequado, compactação do material, vedação, armazenamento e demais fatores que proporcionaram ambiente anaeróbio ideal para o desenvolvimento dos grupos microbianos principalmente de bactérias do ácido láctico (BAL) que são responsáveis pela produção de ácido láctico (AL) a partir da conversão de açúcares em ácido láctico, acidificando o meio e promovendo o abaixamento do pH, pois trata-se de um ácido forte, sendo capaz de elevar as concentrações de H^+ na massa ensilada e podendo inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que não conseguem se desenvolver em pH ácido (abaixo de 5) e dessa foram promovendo a conservação do material ensilado, resultados semelhantes foram encontrados por Bendaou & Ait Omar (2013) e Abidi et al. (2013).



$$\begin{aligned}
 {}^1Y &= 4,068840 + 1,560961 e^{-1,295937 \cdot P} & r^2 &= 0,9970 \\
 {}^2Y &= 4,017566 + 1,419348 e^{-1,266595 \cdot P} & r^2 &= 0,9916 \\
 {}^3Y &= 3,929026 + 1,654454 e^{-1,287758 \cdot P} & r^2 &= 0,9927 \\
 {}^4Y &= 3,928551 + 1,395543 e^{-1,357018 \cdot P} & r^2 &= 0,9866 \\
 {}^5Y &= 3,892726 + 1,638624 e^{-1,513259 \cdot P} & r^2 &= 0,9965
 \end{aligned}$$

Gráfico 1 - Valores do pH de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

Gusha et al. (2015), avaliando os parâmetros ruminais de ovelhas suplementadas com silagem na forma de ração à base de palma e leguminosa verificaram que as silagens apresentaram adequados valores de pH que variaram de 4,1 a 4,2. Enquanto que

Gusha et al. (2013), avaliando a composição nutricional e a aceitabilidade de silagem mista de palma forrageira associada a feno de leguminosa oferecida aos animais durante o período de estiagem, verificaram que as silagens apresentaram bom padrão de fermentação, os valores de pH variaram de 3,97 a 4,11.

Bendaou et al. (2010), avaliando o desempenho de cordeiros confinados sendo alimentados por silagens na forma de ração à base de palma e argan, verificaram que as silagens na forma de ração apresentaram uma fermentação satisfatória, os valores de pH variaram de 3,80 a 4,03.

Çürek & Özen (2004), avaliando características fermentativas de silagem de palma advindos de cladódios com diferentes idades e associados a três diferentes dietas sendo compostas por palma forrageira acrescido de feno de alfafa (dieta 1: feno alfafa; dieta 2: palma + feno alfafa; dieta 3: silagem de palma + feno alfafa) verificaram que os valores de pH variaram de 3,54 a 4,51.

De acordo com os dados dispostos na (Tabela 3), observa-se que os teores de ácidos orgânicos especificadamente AL, AA, AP e AB, diferiram ($P<0,05$) entre todas as rações e de modo geral todas as rações apresentaram teores de AL satisfatórios. Os teores de AL variaram de 50,51 a 94,22 g/kg MS na ração com 35% CB e na ração com 0% CB, respectivamente. Observou-se que conforme se aumentava a proporção de capim nas rações os teores de AL diminuíram significativamente, tal fato ocorrido provavelmente devido as composições das rações, na ração com 35% CB era constituída por 466,30 g/kg MN de palma e 357,70 g/kg MN de capim (Tabela 2), assim mesmo que as concentrações de CS estivessem acima do limite mínimo recomendado por McDonald et al. (1991) que é de 8% de CS com base na MS, devido provavelmente as menores concentrações de CS presentes no capim e a menor proporção de palma influenciaram a menor produção de AL em comparação a ração com 0% CB que possuía 624,00 g/kg MN de palma e sem capim. A palma é rica em CNF e também CS que segundo Almeida et al. (2015), Bispo et al. (2007) e Tegegne et al. (2007) a palma é rica em água e CNF apresentando elevadas concentrações de pectina que proporcionam elevadas taxas de fermentação do alimento liberando rapidamente os açúcares solúveis, sendo estes utilizados eficientemente pelos grupos microbianos que se desenvolvem no material ensilado especialmente as BAL.

Tabela 3 - Concentrações de ácidos orgânicos de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel expressos em g/kg MS¹

Variáveis	Dietas ²					Média	EPM ⁸
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB		
AL ³	94,22a	89,50a	61,32b	60,07b	50,51c	71,12	11,66
AA ⁴	58,40a	60,67a	37,26b	34,69b	36,76b	45,55	2,46
AP ⁵	5,98a	5,60b	3,60c	3,47c	3,20d	4,37	0,08
AB ⁶	4,00a	3,49b	2,09c	1,96c	1,54d	2,62	0,03
AL:AA (%) ⁷	57,95c	56,20b	58,81a	59,96a	54,90c	57,56	0,03

¹MS = matéria seca; ²0%CB = 0% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 15%CB = 15% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 30% CB = 30% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 35% CB = 35% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; ³AL = ácido láctico; ⁴AA = ácido acético; ⁵AP = ácido propiônico; ⁶AB = ácido butírico; ⁷AL:AA (%) = relação entre ácido láctico e ácido acético; ⁸EPM = erro-padrão da média; Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P<0,05$).

Segundo Muck (2010) os ácidos que são produzidos na massa ensilada, tem uma importância do ponto de vista da preservação do alimento que foi ensilado, onde diferentes grupos microbianos no ato da ensilagem competem por fontes de substratos em prol do seu

desenvolvimento. Com a utilização desses substratos que são liberados pela cultura ensilada os microrganismos conseguem se desenvolver através da conversão de substratos em ácidos, em destaque para o AL, sendo este um ácido forte, que provoca a queda do pH e inibe o desenvolvimento de outros tipos de microrganismos. Este ácido é produzido principalmente pelas BAL logo dominam a massa ensilada, acidificando o meio e promovendo a conservação do material ensilado.

Avaliando a produção de ácidos orgânicos de silagens de palma com diferentes concentrações de MS e diferentes níveis de melaço, Mciteka (2008), verificou que as concentrações de AL variaram de 5,40 a 13,69% MS, onde todas as silagens apresentaram fermentação satisfatória, esse fato deveu-se a elevadas concentrações de CS que a palma possuía e a inclusão de melaço impulsionou as produções de AL.

O ácido láctico em silagens bem fermentadas domina em sua maioria o material ensilado, conservam a massa ensilada e são produzidos por bactérias do ácido láctico homofermentativas e heterofermentativas em meio anaeróbico. O ácido láctico é considerado um ácido forte ao ponto de cessar o próprio desenvolvimento das BAL e o de outros microrganismos, a concentração deste ácido na massa ensilada é um dentre vários indicativos que apontam para uma silagem apresentar-se bem fermentada (MUCK, 2010).

Houve diferenças ($P < 0,05$) da relação entre AL:AA, onde as rações que possuíam na sua composição maiores proporções de palma e concentrado apresentaram valores elevados para essa relação entre AL:AA quando comparado as rações que continham menores proporções de concentrado. Esses resultados mostraram que todas as rações fermentaram de forma proporcional, para cada 1% de AA produzido se produziu 1,5% de AL, com valores adequados, todas as rações apresentaram para esta relação teores de AL acima de 50% quando comparados aos teores de AA, esse resultado indica que todas as rações apresentaram processo de fermentação intenso, apesar disto não ocorreram prejuízos de ordem fermentativa nestas silagens, sendo proporcionalmente equilibradas. As concentrações de AA apesar de terem sido produzidos em menor quantidade quando comparada as concentrações de AL no presente estudo são de fundamental importância, pois o AA apresenta potencial antifúngico, como também pode aumentar a estabilidade aeróbica exponencialmente das silagens (DANNER et al., 2003).

Segundo França et al. (2011), dentre os principais ácidos orgânicos encontrados na silagem, podem ser citados o láctico, acético, butírico, propiônico. As relações entre ácido láctico/acético, dentre outras, são parâmetros de grande validade na avaliação do processo fermentativo das silagens. Busca-se produzir silagens que possuam proporcionalmente maior

quantidade de AL em comparação ao AA, indicando uma qualidade de fermentação da massa ensilada.

Houve efeito ($P < 0,05$) para os teores de AP e AB, para as concentrações de AP variaram de 3,20 na ração com 35% CB a 5,90 g/kg MS na ração com 0% CB. Para as concentrações de AB variaram de 1,54 na ração com 35% CB a 4,00 g/kg MS na ração com 0% CB. Tais fatos ocorreram possivelmente devido a maior intensidade de fermentação que foi verificada na ração com 0% CB em comparação as demais, em que essa maior intensidade de fermentação fez com que ocorresse provavelmente um maior desenvolvimento de bactérias ácido propiônicas como também de bactérias ácido butíricas. Apesar das variações encontradas no presente estudo, essas concentrações de AP e AB verificadas não causaram prejuízos nas rações logo que as concentrações destes ácidos apresentaram-se em pouca quantidade, sendo que as concentrações verificadas são consideradas permissíveis.

A partir de critérios definidos por Roth & Undersander (1995), afirmaram que para uma silagem ser classificada como “boa”, deverá apresentar: ácido láctico de 4,0% a 6,0%; ácido acético $< 2,0\%$; ácido propiônico $< 0,50\%$. De acordo com os limites de ácidos expostos na afirmativa, considera-se que as concentrações de ácidos orgânicos encontrados no presente trabalho classificam as silagens estudadas como “boa”.

Observou-se diferenças entre as rações ($P < 0,05$) para composição químico-bromatológica (Tabela 4). Os teores de matéria seca (MS) foram diferentes, ressaltando os maiores valores para as rações com 0; 15 e 30% capim-buffel (CB) com base na matéria natural (MN) de 368,17 g/kg, 348,53 g/kg e 346,17 g/kg de MS, respectivamente. Entretanto, todos os teores de MS apresentaram-se na faixa ideal segundo a classificação de McDonald et al. (1991), que indica teores de MS entre 30 a 35% para que ocorra uma adequada fermentação. Esse fato está associado à própria composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados, pois se observa na (Tabela 1) o teor de MS do capim-buffel de 310 g/kg MS, enquanto que nos farelos variou em torno de 880 g/kg MS. Dessa forma todas as rações apresentaram teores de MS diferentes em função da sua própria composição

Bendaou et al. (2010), avaliando o desempenho de cordeiros confinados alimentados com silagens na forma de ração à base de palma e argan (*Argania spinosa*), onde as dietas eram compostas por resíduo do fruto da palma, resíduo de semente de argan, polpa de argan, farelo de trigo, palha de cevada, ureia, minerais e vitaminas, as silagens apresentaram adequada fermentação associado aos ganhos de peso satisfatórios dos animais alimentados com esta mistura. Vale destacar que além dos ganhos produtivos as silagens na forma de

ração foram confeccionadas com um menor custo quando comparado ao custo de se produzir rações com ingredientes tradicionais.

Gusha et al. (2013), avaliando a composição e a aceitabilidade de silagem mista de palma associada a feno de leguminosa oferecida aos animais durante o período de estiagem na Turquia, apresentaram aceitabilidade satisfatória pelos animais (ovinos e bovinos). Este trabalho demonstrou que a palma pode ser utilizada como fonte de alimento alternativo na forma de silagem sem ocorrências de efeitos laxativos, quando associada a uma fonte de fibra efetiva, evitando distúrbios metabólicos.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica e recuperação de matéria seca de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel

Variáveis	Dietas ¹					EPM ⁹
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB	
MS ² (g/kg de MN ³)	368,17a	348,53b	340,25d	346,17c	332,13e	0,001
PB ⁴ (g/kg de MS)	181,79a	147,48b	145,82b	141,42b	122,87c	0,19
FDN ⁵ (g/kg de MS)	283,75d	310,02c	341,77b	361,77b	386,60a	0,85
CS ⁶ (g/kg de MS)	118,55a	101,82ab	83,76b	76,94b	84,71b	0,64
N-NH ₃ (%NT) ⁷	1,18a	1,65a	1,88a	1,09a	1,54a	0,53
RMS ⁸ g/kg MS	999,30a	989,10a	984,10b	979,70b	962,80c	0,02

¹0%CB = 0% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 15%CB = 15% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 30% CB = 30% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 35% CB = 35% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; ²MS = matéria seca; ³MN = matéria natural; ⁴PB = proteína bruta; ⁵FDN = fibra em detergente neutro; ⁶CS = carboidratos solúveis; ⁷N-NH₃ (%NT) = nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total; ⁸RMS = recuperação de matéria seca; ⁹EPM = erro-padrão da média; Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

As maiores concentrações de proteína bruta (PB) (P<0,05) foram observados na ração com 0% CB com teor de PB de 181,79 g/kg MS (Tabela 4). Contudo, os teores de PB das rações apresentaram-se adequados para uma ração destinada à alimentação de ovinos, pois segundo o NRC (2007), a exigência nutricional de PB de ovinos com 30 kg de peso vivo (PV) para atingirem 200 g de peso vivo por dia está em torno de 13%. Assim, todas as rações apresentaram teores satisfatórios de PB, variando de 12 a 18%. O maior teor de PB observado na ração com 0% CB está relacionado ao fato desta possuir maior proporção de farelos como o de trigo que possui 16% de PB e o de soja que possui 46% de PB. A ração

com 35% CB apresentou o menor teor de PB devido a menor inclusão de farelos em sua composição e maior inclusão de capim.

Outros estudos investigativos sobre o uso de silagem na forma de ração à base de palma são focos de estudos em alguns países da África como no Marrocos, Zimbabwe e na Etiópia, tais pesquisas comprovam a efetivação desta técnica na alimentação de animais ruminantes. Gusha et al. (2015), avaliando os parâmetros ruminais de ovelhas suplementadas com silagem na forma de ração à base de palma forrageira e leguminosa verificaram que as silagens na forma de ração, apresentaram teores de PB que variaram de 9 a 16% sendo estas compostas por 70% de palma e 30% de leguminosa, e essa mistura tinha como objetivo elevar o teor de MS, fibra e PB, enriquecendo essa mistura do ponto de vista nutricional e ao mesmo tempo melhorando as características físicas da mistura devido ao aumento da MS e aumento da concentração de proteína, proporcionando condições para que ocorresse adequada fermentação do material ensilado.

Bendaou & Ait Omar (2013), confeccionaram uma silagem na forma de ração para avaliar as características fermentativas da silagem e o desempenho de ovinos, essa ração era composta por cladódios, fruta da palma, polpa de beterraba, palhada de cevada, farelo de trigo, ureia, vitaminas e minerais. Os teores de PB variaram de 10 a 14% com base na MS. De acordo com os resultados obtidos o uso de resíduos do fruto da palma e do cladódio associado com outros ingredientes na dieta de ovinos proporcionou resultados satisfatórios sendo tecnicamente aplicável e financeiramente viável.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) variaram ($P < 0,05$) em função dos níveis de inclusão do capim-buffel (Tabela 4), com variações de 283,75 g/kg MS para a ração com 0% CB a 386,60 g/kg MS para a ração com 35% CB. Na ração com 0% CB não havia capim e a fibra observada foi apenas da palma e dos farelos, onde ambos apresentaram baixo teor de FDN em relação ao capim-buffel (Tabela 1). De modo geral os teores de FDN nas rações apresentaram-se adequados. Conforme as recomendações do NRC (2001), as quantidades mínimas de FDN presente na dieta de animais ruminantes para se evitar a ocorrência de distúrbios nutricionais, em que para cada 1000 g/kg MS de MS, 250 g/kg MS da dieta total seja composta por FDN e desse valor aproximadamente 190 g/kg MS dessa FDN deve ser advinda de forragem.

A fração fibrosa presente nos alimentos representa um dos principais aspectos associados à avaliação de alimentos e, ou rações para animais ruminantes. A presença da fibra na dieta estimula a capacidade de manutenção das relações de simbiose entre microrganismos

e hospedeiro, o que está diretamente ligado à saúde e ao desempenho animal (DETMANN, 2010).

Rodrigues et al. (2016), avaliando diferentes ecotipos de palma forrageira, verificaram que as concentrações de FDN variaram de $164,67 \pm 16,12$ g/kg MS a $198,99 \pm 13,35$ g/kg MS. Este estudo releva que as concentrações de nutrientes e de umidade variam em função de características intrínsecas e extrínsecas do alimento, onde se devem buscar alternativas de fornecimento desse alimento aos animais sem causar prejuízos de qualquer natureza. As silagens de rações avaliadas no presente estudo apresentam teores de FDN exigidos para um funcionamento adequado das funções fermentativas do ambiente ruminal.

Os teores de carboidratos solúveis (CS) variaram ($P < 0,05$) em função dos níveis de inclusão de palma e farelos (Tabela 3), com variações de 76,94 g/kg de MS para a ração com 30% CB a 118,55 g/kg de MS para a ração com 0% CB. Provavelmente esse fato ocorreu devido a questão da quantidade de carboidratos solúveis presentes nos ingredientes utilizados. A ração com 30% CB apresentou a menor concentração de carboidratos quando comparada as outras rações, em sua composição esta ração possui menores quantidades de palma e de farelos e uma certa quantidade de capim, assim apresentando uma menor quantidade de carboidratos solúveis, boa parte destes carboidratos foram disponíveis na massa ensilada para serem consumidos pelos microrganismos e após a abertura dos silos apresentou menores teores quando comparado as outras rações. Em algumas rações como no caso da ração com 30% CB esses carboidratos eram em menor quantidade do que em outras rações e consequentemente após a abertura dos silos apresentou menores teores de carboidratos solúveis residuais. A ração com 0% CB apresentou o maior teor de carboidratos após a ensilagem tal fato está associado a própria composição da ração, pois esta não possuía capim, era composta apenas de palma e farelos, consequentemente com um elevado teor de carboidratos solúveis advindos da palma, onde estes foram liberados na massa ensilada e utilizados pelos microrganismos para promover o processo fermentativo, como esse teor foi elevado, após a abertura dos silos apresentou-se com elevadas concentrações de CS residuais.

Mokoboki et al. (2016) avaliando silagem de palma, ensilada com níveis de melaço 0, 8, 16 e 24% com base na MS sobre o valor nutritivo e as características fermentativas das silagens verificaram que os teores de CS variaram de 29 a 147 g/kg de MS aos 30 dias após ensilagem. A silagem que apresentou menor concentração de carboidrato solúvel foi aditivada com 8% de melaço com base na MS e a silagem que apresentou maior teor de carboidrato solúvel foi aditivada com 24% de melaço com base na MS. Consequentemente o material que foi ensilado com maior quantidade de carboidratos solúveis apresentou após a abertura

maiores quantidades de carboidratos solúveis residuais quando comparado ao material que foi ensilado com menores quantidades de carboidratos solúveis em sua composição.

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) entre as rações para o conteúdo de $N-NH_3$ em relação ao nitrogênio total, com média 1,47% (Tabela 4). Para uma silagem ser considerada de qualidade, o teor de $N-NH_3$ deve apresentar-se inferior a 10%, sendo aceitável de 10 a 15% e insatisfatória quando o teor se situa acima de 20%. Nesse aspecto, menores teores de nitrogênio amoniacal indicam menor intensidade de proteólise durante o processo de fermentação, em decorrência de menor atuação de bactérias do gênero *Clostridium* e, consequentemente, da menor produção de ácido butírico (McDONALD et al., 1991). No presente estudo esses resultados ficaram na média inferiores a 2%, sendo considerados permissíveis e apresentando neste aspecto uma silagem de qualidade satisfatória. Também esses resultados indicam que houve uma reduzida proteólise durante a fermentação da massa ensilada, o que é extremamente importante quando se preserva rações pré-formuladas da forma de silagem.

Resultados similares foram observados por Bendaou et al. (2010) e Araba et al. (2013) ao avaliarem silagem de palma e resíduos do fruto da palma e de argan associados com diferentes fontes de fibra e concentrados verificaram baixos teores de $N-NH_3$ correspondendo a menos de 5% do nitrogênio total (NT).

Bendaou & Ait Omar (2013), avaliando silagem na forma de ração à base de palma, resíduos de oliveira e farelo de trigo em substituição de ração a base de feno de aveia e farelo de trigo, sobre as características de desempenho e carcaça de ovinos da raça Barbarine verificaram que as silagens apresentaram satisfatória qualidade de fermentação, com valores de pH próximos de 4,0, as concentrações de $N-NH_3$ variaram em média 4,4% do NT, indicando que a silagem à base de palma e resíduo de oliveira apresenta qualidade de fermentação, pois as rações foram utilizadas na dieta de cordeiros, onde estes tiveram um ganho médio diário (GMD) de 280 g/dia proporcionando desempenho similar ao obtido com dietas tradicionais.

De fato, a composição das rações, considerando-se o percentual adequado de matéria seca e teor suficiente de carboidratos solúveis resultaram em fermentação predominantemente láctica e, dessa maneira, reduzida proteólise.

Houve efeito ($P<0,05$) para recuperação de matéria seca (RMS), com valores que variaram de 962,80 a 999,30 g/kg MS para cada 1000 g/kg MS da ração, em que as rações com maiores proporções de concentrado e palma obtiveram maior RMS. Apesar da variação observada, vale ressaltar que todas as silagens apresentaram RMS acima de 950 g/kg MS.

Esse fato está relacionado a forma de como o material foi ensilado, onde o material possuía adequada concentração de CS, adequados teores de MS, correta compactação e vedação dos silos.

O desenvolvimento de BAL em função dos períodos de fermentação (dias) foram semelhantes, observando-se um aumento constante no desenvolvimento de BAL durante todo o período de fermentação, estabilizando aos 15 dias após a ensilagem (Gráfico 2).

Chekir et al. (2013) avaliando o perfil de fermentação de silagens a base de palma, soro de leite e grãos de cevada em diferentes proporções de palma, sendo 11,38, 30,46 e 44,61% com base na MN, apresentaram picos de crescimento que variaram de 8 a 10 log UFC/g M na população microbiana na mistura composta por palma e soro de leite quando comparado as outras misturas, em que o crescimento de leveduras foi inferior a 8 log UFC/g da mistura.

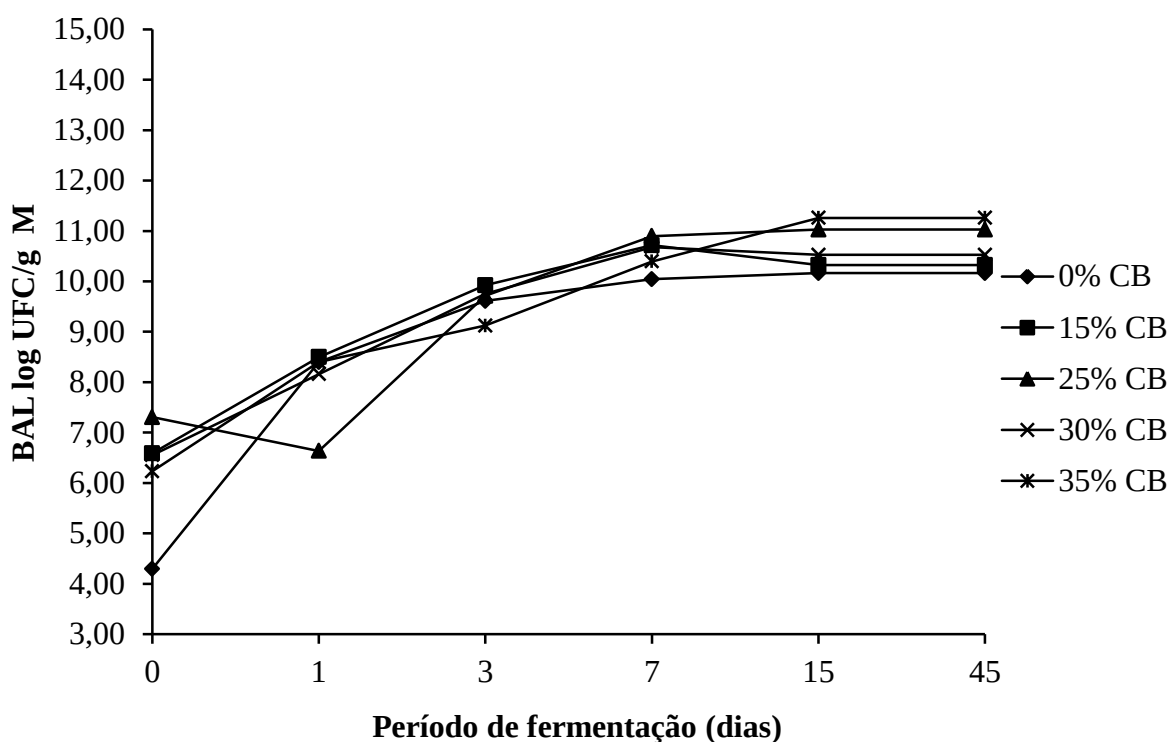


Gráfico 2 - Valores de contagem de BAL de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

Os valores de ácido láctico determinados no presente trabalho são considerados acima do mínimo indicado conforme às afirmações de Moisis & Heikonem (1994), de que esses conteúdos devem representar em maior porcentagem que os demais ácidos, uma vez que todos os ácidos produzidos durante o processo fermentativo contribuem para a redução do pH

da silagem e o ácido lático exerce fundamental importância nesse processo, em função de apresentar maior constância de dissociação que os demais.

A produção de ácidos orgânicos segundo McDonald et al. (1991) no interior da massa ensilada são produzidos por microrganismos de diversos gêneros, em especial por BAL, sejam elas homofermentativas ou heterofermentativas sendo de fundamental importância para a conservação do material ensilado.

De acordo com o (Gráfico 3) observa-se o desenvolvimento de enterobactérias (ENT) na massa ensilada em função dos períodos de fermentação (dias), de modo geral todas as rações apresentaram crescimento de ENT no ato da ensilagem e logo em seguida diminuindo a incidência no primeiro dia após a ensilagem e logo após decaindo vertiginosamente no terceiro dia após a ensilagem e sem contagem de ENT posteriormente nos outros dias de abertura após a terceira abertura.

Provavelmente devido à queda do pH com valores abaixo de 4,0 na primeira semana de ensilagem contribuiu para a inibição do crescimento de enterobactérias no material ensilado. As enterobactérias são facilmente inibidas quando a queda do pH ocorre de forma acentuada e abrupta, e a ausência desse grupo microbiano está associada à silagem bem fermentada. Conforme o pH diminui, estes microrganismos foram substituídos por bactérias ácido-láticas que produzem ácido lático no meio, reduzindo o pH até que esse material se estabilize por volta de pH entre 3,8 e 4,2 (McDONALD et al., 1991). Os ácidos orgânicos atuam promovendo a acidificação do meio, provocando o abaixamento do pH na massa ensilada. Essa acidez promove a elevação de ions de H^+ no interior do silo. Esse excesso de H^+ provoca danos as proteínas de membrana e, consequentemente, causam danos a membrana citoplasmática aumentando sua fluidez (permeabilidade). Esse descontrole osmótico causa o extravasamento do líquido citoplasmático celular, provocando a morte celular das enterobactérias (BAKKALI et al., 2006).

Os resultados encontrados no presente trabalho são distintos dos resultados encontrados por Wang et al. (2016) avaliando silagens na forma de ração total à base de resíduo de soja, resíduo de milho, resíduo de farinha de milho, farelo de algodão, farelo de trigo e alfafa associados a uma mistura de vitaminas e minerais em diferentes proporções com abertura aos 0, 7, 14, 28 e 56 dias de ensilagem, verificaram que as populações microbianas de enterobactérias variaram de 2,40 a 7,35 log UFC/g da mistura (M). Foi verificada elevada população de ENT no momento da ensilagem, sendo observado o aparecimento deste grupo microbiano até o sétimo dia de fermentação (2,40 log UFC/g M). Tal fato provavelmente ocorreu devido a intensidade de fermentação da mistura que foi ensilada no presente trabalho,

enquanto que no trabalho de Wang et al. (2016), os teores de carboidratos solúveis (CS) variaram de 26,6 a 63,2 g/kg MS, no presente estudo os teores de CS das rações antes da ensilagem variaram de 96,16 a 99,62 g/kg MS, o que significa dizer que devido aos altos teores de CS que as rações avaliadas no presente estudo apresentaram, provavelmente ocorreu um intenso processo fermentativo, o que pode ter propiciado uma grande produção de ácido láctico, como também apresentando elevadas concentrações de CS residuais que foram utilizados pelas leveduras presentes na massa ensilada.

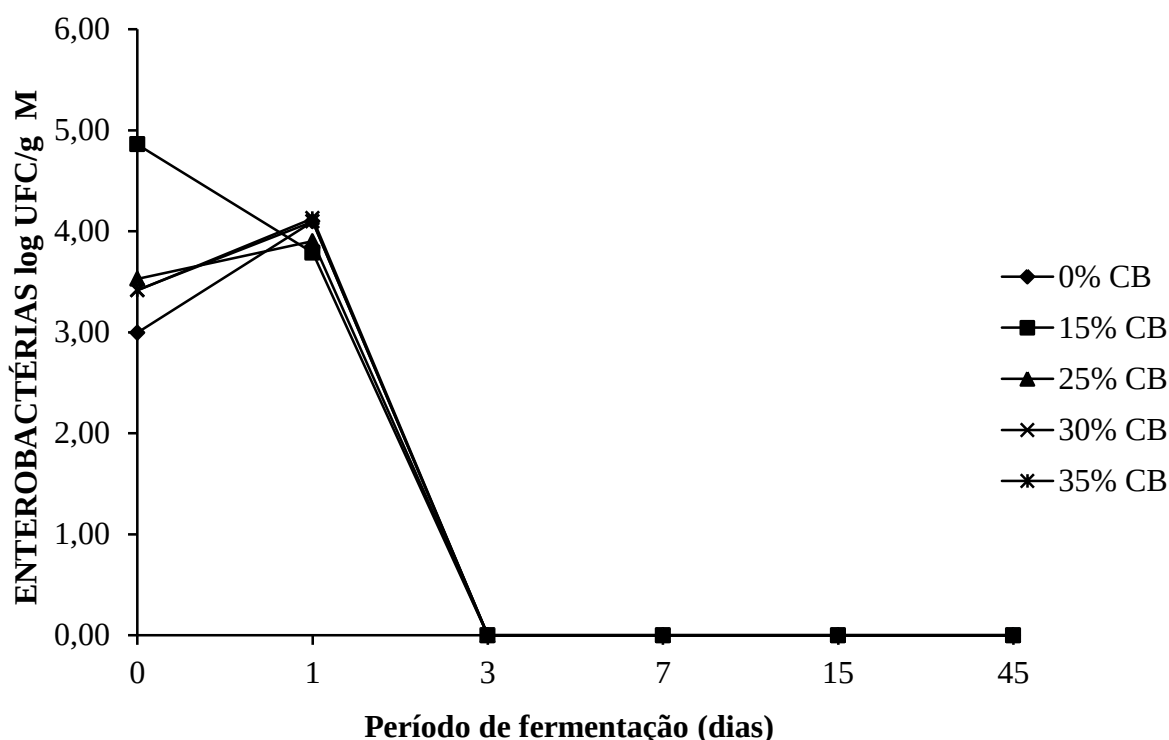


Gráfico 3 - Valores de contagens de ENT em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

De acordo com o (Gráfico 4) observa-se o desenvolvimento de mofos e leveduras (ML), em que todas as rações apresentaram resultados semelhantes. A ração com 15% CB apresentou o maior desenvolvimento de ML no primeiro dia após a ensilagem, logo em seguida as demais apresentaram valores menores de desenvolvimento de ML e no decorrer dos períodos de abertura após o primeiro dia foram decaindo permanecendo em torno de 4 a 5 log/UFC/g MF. Acredita-se que pelo fato da contagem de ML ter ocorrido de forma única, talvez esse desenvolvimento desses microrganismos deveu-se mais a atuação das leveduras do que de fungos filamentosos, as leveduras são um dos grupos microbianos que mais se desenvolvem em culturas ensiladas e seu principal produto de fermentação é o etanol como

também podem produzir ácido acético em menores proporções como também podem se desenvolver em pH que variam de 3,5 a 6,5, enquanto que os valores de pH próximos de 4,0 e a alta RMS, como também os ácidos láctico e acético inibem o seu desenvolvimento, dessa forma essas características não condizem com um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos filamentosos, logo que estes são estritamente aeróbios e para seu desenvolvimento a massa ensilada deve apresentar concentrações mínimas de O₂ residual ou a má conservação do material ensilado, sendo indesejáveis em silagens por atuarem no consumo de açúcares e AL, metabolizarem celulose e outros componentes da parede celular e produzirem micotoxinas (SCUDAMORE & LIVESEY, 1998).

Segundo Muck (2010) as leveduras são talvez os mais significativos microrganismos anaeróbios na cultura em relação à qualidade da silagem. Leveduras crescem em substratos solúveis, açúcares e ácido láctico sendo o mais importante em relação à silagem. Na maioria das circunstâncias as leveduras são o primeiro grupo de microrganismos para desenvolver uma vez que o oxigênio entra em contato com a silagem, quer seja durante o armazenamento ou durante a alimentação. A razão para isto é que muitas leveduras são capazes de crescer a pH variados de 3,5 a 6,5, podendo converter CS residuais e AL em AA, etanol, CO₂ e calor. Com isso, forragens com níveis substanciais remanescentes de açúcar e AL residuais predispõem ao desenvolvimento de leveduras (MUCK, 2010).

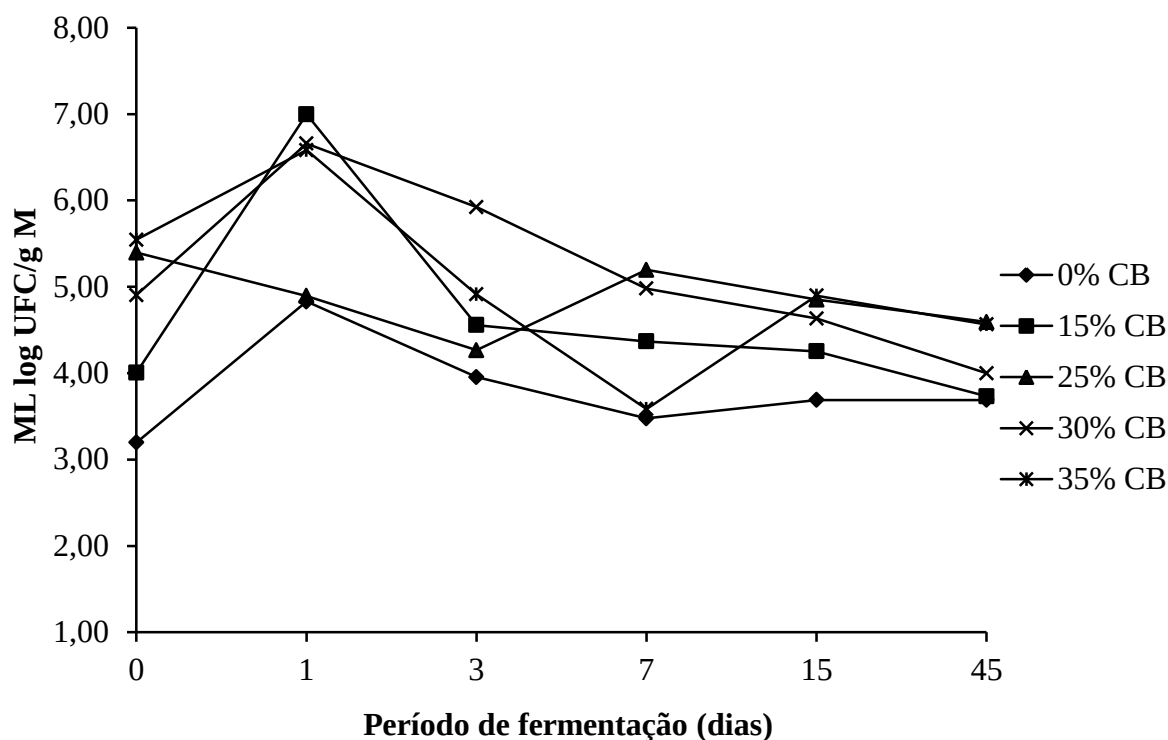


Gráfico 4 - Valores de contagem de ML de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

A degradabilidade foi avaliada conforme os parâmetros fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente degradável (B), taxa de degradação (K), fração indegradável padronizada (I), e degradabilidade efetiva (DE) (Tabela 5), apresentando valores médios de MS que variaram de 26,48% na ração 4 a 38,28% na ração 1 para A; 43,86% na ração 3 a 49,61% na ração 4 para B; 0,0377% na ração 2 a 0,0592% na ração 1 para K; 14,61% na ração 1 a 28,27% na ração 5 para I e, 71,73% na ração 5 a 85,39% na ração 1 para DE.

Tabela 5 - Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) das dietas na forma de silagem à base de palma forrageira e capim-buffel

Dietas ¹	Parâmetros ²					r ²
	A	B	K	I	DE	
Degradabilidade da matéria seca						
0% CB	38,28	47,11	0,0592	14,61	85,39	0,96
15% CB	35,26	45,64	0,0377	19,10	80,90	0,98
25% CB	32,81	43,86	0,0488	23,32	76,68	0,97
30% CB	26,48	49,61	0,0525	23,91	76,09	0,95
35% CB	27,61	44,12	0,0439	28,27	71,73	0,98

¹0%CB = 0% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 15%CB = 15% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 30% CB = 30% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 35% CB = 35% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; ²Parâmetros = A: fração solúvel (%); B/B: fração insolúvel potencialmente degradável (%); K: taxa de degradação; I: fração indegradável padronizada (%); DE: degradabilidade efetiva; ³CB = capim-buffel; Fórmula: $A + B * (1 - e^{-kt})$; DE: $100 - I$.

No caso dessas silagens na forma de ração de acordo com a (Tabela 5) foi demonstrado que grande parte dos nutrientes são disponibilizados e fermentados rapidamente disponibilizando parte dos nutrientes para a síntese microbiana, esse fato está associado a baixa concentração de fibra proveniente da composição dos ingredientes utilizados. Esse fato pode ser devido as composições químico-bromatológica das rações, onde mesmo tendo variações, acabaram propiciando condições adequadas à atividade microbiana ruminal. As rações que eram compostas por maiores proporções de farelos e palma apresentaram maiores taxas de degradação, no entanto as rações que possuíam menores proporções de farelos e palma apresentaram menores taxas de degradação.

Segundo o NRC (2007), o potencial de crescimento microbiano tende a aumentar com a adição de alimentos concentrados na dieta. Devido aos alimentos concentrados (farelos) possuírem em sua composição nutricional menores concentrações de FDN, celulose, hemicelulose e lignina e maiores concentrações de CNF, açúcares, sacarose, amido, amilopectinas e pectinas quando comparados a forragens, essas condições permitem uma rápida colonização de microrganismos ruminais (bactérias amilolíticas) que colonizam as partículas do alimento no rúmen, quebrando-as e liberando os nutrientes que são fontes de substrato para os microrganismos ruminais e consequentemente aumentando a produção de ácidos orgânicos que são liberados no rúmen pelas bactérias e o ruminante absorve a maioria desses ácidos produzidos via epitélio ruminal principalmente acetato e propionato.

Com relação a DE, observou-se que a medida em que se aumentava a proporção de capim nas rações a DE diminuía significativamente. Tal comportamento pode ser explicado devido ao maior tempo de colonização dos microrganismos ruminais se aderirem as partículas da ração que tinha maior proporção de capim (DETMANN, 2010), consequentemente a concentração de carboidratos fibrosos das rações que continha capim era maior, levando a um tempo de degradação também maior para degradar o alimento, de forma que a degradação ainda não era tão eficiente devido ao maior teor de I.

A menor DE nas rações com maiores concentrações de carboidratos fibrosos pode ser explicado pelo fato de os microrganismos que degradam os carboidratos fibrosos (bactérias

celulolíticas e hemicelulolíticas) apresentarem taxa de degradação inferior aos daqueles que degradam as frações não fibrosas dos alimentos (VAN SOEST, 1994). Desta forma, a menor velocidade de crescimento resulta na assimilação de substrato mais demorada nos microrganismos que degradam carboidratos fibrosos, a depender da situação pode aumentar o crescimento de microrganismos amilolíticos, por competição, isto retrata que a forma e a intensidade de utilização dos nutrientes que estão presentes nos alimentos não são influenciadas apenas pelas características do alimento em si (DETMANN, 2010).

A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não fibrosos, importante fonte de energia para a microbiota ruminal, porém como apresenta baixos teores de carboidratos fibrosos, este deve ser corrigido, quando a palma forrageira for utilizada em grandes proporções na alimentação de ruminantes.

Desta forma, a maior velocidade de crescimento microbiano implica que a assimilação de substrato é mais rápida nos microrganismos que degradam CNF, podendo, em algumas situações, reduzir o crescimento dos microrganismos fibrolíticos por competição, mostrando que a forma e a intensidade de utilização da FDN no ambiente ruminal são ditadas não somente pelas características do alimento (DETMANN, 2010). Este efeito de competição pode ser acentuado com a inclusão de alimentos ricos em CNF nas rações.

Observa-se que para a variável degradabilidade da MS, a ração com 0% CB apresentou a maior taxa de DE correspondendo a 85,39% enquanto que a ração com 35% CB apresentou a menor taxa de DE com valor correspondente a 71,73%. De acordo com que os níveis de inclusão de capim foram aumentando a DE foi diminuindo, apesar dessa variação todas as rações apresentaram degradabilidade satisfatória (Gráfico 5). Dessa forma Guscha et al. (2015) avaliando os parâmetros ruminais de ovelhas suplementadas como silagem na forma de ração à base de palma e leguminosa verificaram que as silagens apresentaram condições para que ocorresse adequada fermentação do material ensilado. Os autores verificaram que os animais que receberam as silagens à base de palma e leguminosa apresentaram maior síntese microbiana, elevou-se a digestibilidade parcial como também foram maiores as concentrações de ácidos graxos voláteis quando comparado ao tratamento controle.

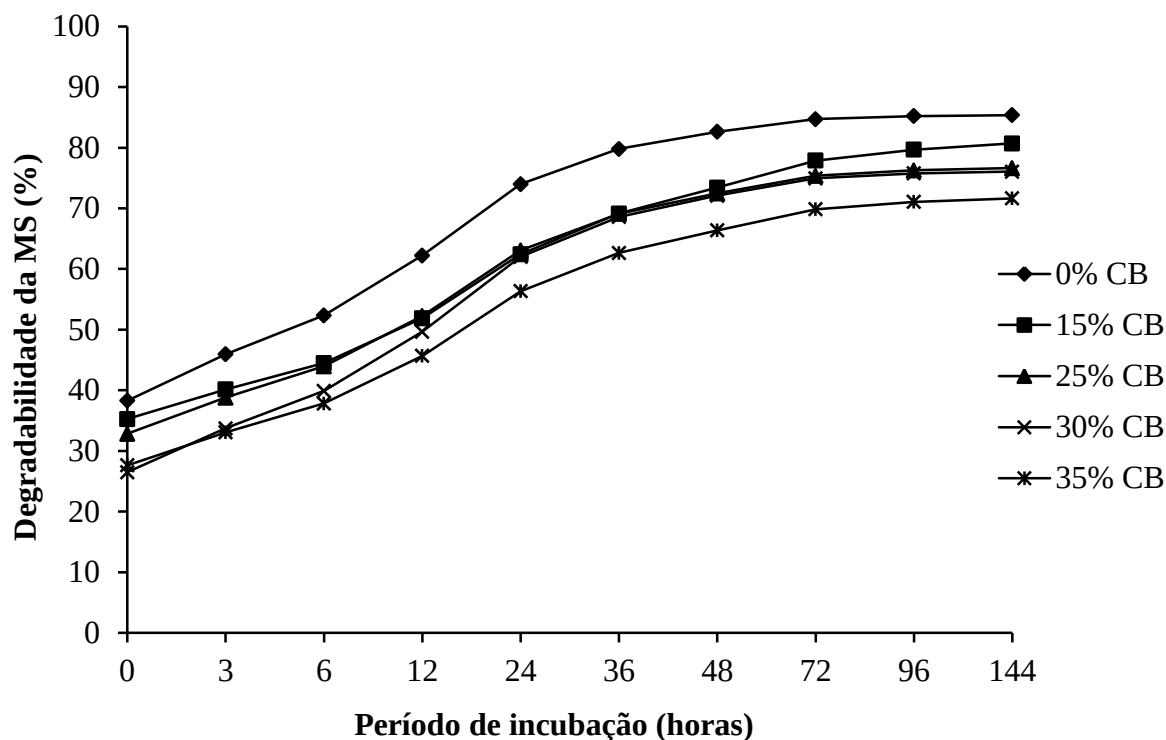


Gráfico 5 - Valores da degradabilidade da MS em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de incubação ruminal (P)

Çürek & Özen (2004) avaliando características fermentativas de silagem de palma advindos de cladódios com diferentes idades associados ao feno de alfafa em três diferentes dietas verificaram que a degradabilidade *in situ* da MS em 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas após incubação ruminal, as taxas de degradação de cladódios jovens foi superior à taxa de degradação de cladódios velhos, as taxas de degradação potencial variaram de $38,63 \pm 0,86$ as 4 horas até as 96 horas $71,77\% \pm 5,99$.

Uma síntese dos resultados obtidos nessa pesquisa revela que é possível preservar a massa ensilada de todas as rações avaliadas, com pequenas diferenças no padrão de fermentação e consequentemente nas perdas durante a ensilagem, de maneira que as diferenças na degradação dessas silagens ocorreu, principalmente, devido às características nutricionais dos ingredientes utilizados. De acordo com os resultados obtidos com o presente trabalho recomenda-se que o produtor poderá utilizar qualquer uma das cinco rações que foram formuladas, em que a escolha de uma dada ração deverá ser influenciada por fatores relacionados ao preço dos ingredientes que poderão serem utilizados, disponibilidade dos ingredientes, qualidade da matéria-prima, viabilidade técnica e financeira como também outros fatores.

5. CONCLUSÕES

As silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim buffel apresentam adequado perfil fermentativo e elevada degradabilidade, podendo ser utilizada na alimentação de ruminantes.

6. REFERÊNCIAS

ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; VASTA, V.; PRIOLO, A. Silage composed of *Opuntia ficus-indica* f. inermis cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for barbarine lamb. **Acta Horticulture**, v. 995, p. 297-301, 2013.

ADOUS, F.E. **Dissemination of feed based on cactus silage by breeder of Rhamna region**. Disponível em: <<https://www.feedingknowledge.net>>. Acessado em: 10/06/2016.

ALMEIDA, G.A.P.; CAMPOS, J.M.S.; FERREIRA, M.A.; CORREIA, A.L.V.; ANDRADE, A.P. Palma (*Opuntia ficus indica* mill) cv. gigante em suplementos para fêmeas leiteiras em crescimento a pasto. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 161-171, 2015.

AOAC.: **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition, Washington DC, U.S.A. (1990).

ARABA, A.; YOUSOUFI, H.; BOUTOUBA, A.; ANEGAY, K.; SALHI, O.; MOUNCIF, M. Possibility of using discarded prickly pears cactus fruits as a feed for ruminants. **Acta Horticulture**, v. 995, p. 309-312, 2013.

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica – Revista Científica da FASETE**, n. 5, p. 89-98, 2011.

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; FIGUEIREDO, H.C.P.; MORAIS, A.R.; PEREIRA, O.G.; SCHWAN, R.F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 779-787, 2009.

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; TAVARES, V.B.; DOS SANTOS, I.P.A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 648-654, 2006.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; ZRIRI, A.; BAUDOUX, D.; IDAOMAR, M. Antigenotoxic effects of three essential oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatments with UVC radiation, 8 - MOP plus UVA and MMS. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 606, n. 1, p. 27-38, 2006.

BENDAOU M.; SAADI, A.; MOUHADDACH, A.; EL HOUSNI, A. **Use of cactus (*Opuntia ficus-indica*) rejects silage in sheep feeding: nutritive value and carcass parameters**. VIIth International Congress on Cactus Pear & Cochineal October 17-22. Agadir, 2010.

BENDAOU, M.; AIT OMAR, M. **New feeding technology using cactus in sheep fattening: Applications to small-scale farms of Rhamna region, Morocco. Communication orale au 8th International Seminar Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations Tangier**. Séminaires nationaux et journées de sensibilisation, journées nationales du cactus, rapports relatifs à 3 conventions de partenariat INRA/DPA ; soit 3 à 4 rapports par convention. Morocco, 11 to 13 June 2013.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOA, R.A.S.; BLEUEL, M.P. 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, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

CAVALCANTI, M.T.; SILVEIRA, D.C.; FLORENTINO, E.R.; DA SILVA, F.L.H.; MARACAJÁ, P.B. Caracterização biométrica e físico-química das sementes e amêndoas da faveleira (*Cnidoscylus phyllacanthus* (mart.) Pax. Et k. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 06, n. 1, p. 41-45, 2011.

CHEKIR, I.; AYED, L.; HAMDI, M.; BEN SALEM, H. Lactic fermentation to improve the nutritive value of *Opuntia ficus-indica* f. inermis cladodes mixed with some agro-industrial by-products. **Acta Horticulture**, v. 995, p. 319-324, 2013.

CORSATO, C.E.; SCARPARE FILHO, J.A.; SALES, E.C.J. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caquizeiro em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 414-418, 2008.

ÇÜREK, M.; N. ÖZEN. Feed value of Cactus and cactus silage. **Turkey Journal Veterinary Animal Science**, v. 28, p. 633- 639, 2004.

DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; BRAUN, R. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 1, p. 562-567, 2003.

DETMANN, E. Fibra na nutrição de novilhas leiteiras In: PEREIRA, E.S. et al. **Novilhas leiteiras**. Fortaleza: Graphitigráfica e editora ltda, 2010. cap. 8, p. 253-332.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p. 214, 2012.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P.G.V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 711-718, 2000.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, p. 306, 2006.

FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; RODRIGUES, J.A.S.; MIYAGI, E.S.; DA SILVA, A.G.; PERON, H.J.M.C.; DE ABREU, J.B.R.; BASTOS, D.C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 383-391, 2011.

GIULIETTI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L.P. de. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do Semiárido brasileiro**, Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006. 488p.

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.

HERNANDEZ, P.L. **Suplementación con ensilado de nopal (*Opuntia spp.*) em caprinos**. 2012. 59 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México.

HRISTOV, A.N.; McALLISTER, T.A. Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter disappearance in situ. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 510-516, 2002.

HU, X.H.W.H.; WANG, H.; NING, T.; ZHENG, M.; XU, C. Fermentation Characteristics and Lactic Acid Bacteria Succession of Total Mixed Ration Silages Formulated with Peach Pomace. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 502-510, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. [2011]. Censo demográfico população de habitantes. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em: 26/06/2016.

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.

KIRSTEIN, K. Historical Survey of the ensiling of green fodder. **Wirtsch. Futter**, v. 9, p. 54-65, 1963.

KUNG Jr., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1149-1155, 2001.

LOPES, Edson Batista (Org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordeste**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, p. 340, 1991.

MCITEKA, H. **Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficus indica* var *fuscaulis* cladode silage**. 2008. 113 f. TESE. (Unpublished Msc). University of the Free State, South Africa.

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

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation on silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 107-124, 1994.

MOKOBOKI, K.; SEBOLA, N.; MATLABE, G. Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia cladodes* silage. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28, n. 3, p. 4488-4495, 2016.

MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; RIBEIRO, M.D.; REIS, R.H.P. Elephant grass silage additives with alternative products. **Acta Scientiarum**, Animal Sciences n. 33, p. 347-352, 2011.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, G.C. Potencial de produção de capim-buffel na época seca no semiárido Pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 03, p. 22-29, 2007.

MUCK, R.E. Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, (supl. especial) 2010.

MUCK, R.E., BOLSEN, K.K. Silage preservation and additive products. **Field Guide and Silage Management in North America**, p. 105-126, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, 2001. National Academic, p. 381, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academic, p. 292, 2007.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

NOBEL, P.S. **Biologia ambiental**. In: BARBERA, Guiseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-57.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 5, p. 2051-2069, 1988.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 449-453, 1979.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. **Microbiology of ensiling**. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). Silage science and technology. 1st ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 31-94, 2003.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.de.; SILVA, A.P.G. da.; SILVA, T.C. da.; CAMPOS, F.S.; MACEDO, C.H.O. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 12, p. 850-856, 2013.

REICH, J.; KUNG JUNIOR, L. Effects of combining *Lactobacillus buchneri* 40788 with various lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, n. 3, p. 105-109, 2010.

REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ALMEIDA, E.O.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; BERNARDES, T.F.; ROTH, A.P.T.P. Efeito de doses de *Lactobacillus buchneri* “cepa ncimb 40788” sobre as perdas nos períodos de fermentação e pós-abertura da silagem de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 923-934, 2008.

RIBAS, M.N.; MACHADO, F.S. Produção de forragem utilizando híbridos de sorgo com capim Sudão (*S. bicolor* x *S. sudanense*). Embrapa Milho e Sorgo. **Sistema de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição set, 2010.

RODRIGUES, A.M.; PITACAS, F.I.; REIS, C.M.G.; BLASCO, M. Nutritional value of *opuntia ficus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 22, n. 1, p. 40-45, 2016.

ROTH, G., UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn Silage Production Management and Feeding**. MADISON: Madison American Society of Agronomy, p. 27-29, 1995.

SALAH, A.M.A.; PRASSE, R.; MARSCHNER, B. Intercropping with native perennial plants protects soil of arable fields in semi-arid lands. **Journal of Arid Environments**, n. 130, p. 1-13, 2016.

SALIN, T.C.; FERREIRA, R.L.C.; DE ALBUQUERQUE, S.F.; DA SILVA, J.A.A.; ALVES JUNIOR, T. Caracterização de sistemas agrícolas produtivos no semiárido brasileiro como bases para um planejamento agroflorestal. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 109-118, 2012.

SANTOS, D. G.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.A.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, Recife, documentos 30, 2006, 33p.

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.

SAS, SAS® User's guide: Statistics, Version 9.1 Edition. **SAS Institute Inc.**, Cary NC, USA, 2010.

SCUDAMORE, K.A.; LIVESEY, C.T. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 77, p. 1-17, 1998.

SEPÚLVEDA, E.; SÁENZ, C.; ALIAGA, E.; ACEITUNO, C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia spp.* **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 534-545, 2007.

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, 2007.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 233-241, 2010.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 233-241, 2010.

SILVA, T.M.B. **Desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com silagem de capim-buffel em substituição a silagem de milho**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SOUZA, R.A. **Características fermentativas e nutricionais de silagens de cultivares de capim-buffel em diferentes idades de corte**. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SUAREZ, A.L.R. **Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia spp.*) adicionado com Melaza y urea**. 2012. 61 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México.

Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE - O Nordeste Semiárido e o Polígono das Secas. Recife, 2003. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/nordeste/index.html>>. Acesso em: 10/06/2016.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C. PETERS, K.J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 157-164, 2007.

UNEP. **World Atlas of Desertification**. Edward Ardnold: Sevenoaks; p. 69, 1992.

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

VASTA, V.; ABIDI, S.; BEN SALEM, H.; NEZFAUOI, A.; PRIOLO, A. Effects of the supplementation of olive cake and cactus pad silage on sheep intramuscular fatty acid composition. **Options Méditerranèennes**, Series A, n. 78, p. 341-344, Available at: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a78/00800287.pdf> (accessed 18.10.16). Waghorn, G.C., 2008.

VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L. de; SOUZA, R.A. **Silagem de capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região Semiárida**. (Embrapa Semiárido. Documentos, 259). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

WANG, H.; NING, T.; HAO, W.; ZHENG, M.; XU, C. Dynamics Associated with Prolonged Ensiling and Aerobic Deterioration of Total Mixed Ration Silage Containing Whole Crop Corn. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 29, n. 1, p. 62-72, 2016.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Haren, v. 19, n. 3, p. 53-68, 1996.

XU, C.; CAI, Y.; MORIYA, N.; OGAWA, M. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, n. 138 p. 228-238, 2007.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Brasil, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006.

7. ANEXO



Anexo 7.1 Processo de inclusão dos ingredientes para a formulação das rações



Anexo 7.2 Ração devidamente homogeneizada, pronta para ser ensilada



Anexo 7.3 Ensilagem das rações em silos experimentais



Anexo 7.4 Armazenamento dos silos experimentais



Anexo 7.5 Abertura dos silos experimentais