

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

**FARELO DE TRIGO EM SUBSTITUIÇÃO AO CAPIM ARUANA EM SILAGENS Á
BASE DE PALMA FORRAGEIRA NA FORMA DE RAÇÃO COMPLETA**

VINICIUS DA SILVA SANTOS

**AREIA-PB
2017**

VINICIUS DA SILVA SANTOS

**FARELO DE TRIGO EM SUBSTITUIÇÃO AO CAPIM ARUANA EM SILAGENS Á
BASE DE PALMA FORRAGEIRA NA FORMA DE RAÇÃO COMPLETA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado do Curso de
Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
graduado em Zootecnia

Orientador: Severino Gonzaga Neto

**AREIA-PB
2017**

VINICIUS DA SILVA SANTOS

**FARELO DE TRIGO EM SUBSTITUIÇÃO AO CAPIM ARUANA EM SILAGENS Á
BASE DE PALMA FORRAGEIRA NA FORMA DE RAÇÃO COMPLETA**

Orientador: _____

Nome: Severino Gonzaga Neto

Instituição: UFPB

Examinador (a): _____

Nome: Aline Mendes Ribeiro Rufino

Instituição: UFPB

Examinador (a) _____

Nome: Alenice Ozino Ramos

Instituição: UFPB

Areia, 08/02/2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Débora e Nilton,

Por terem me dado à vida e por hoje serem

A minha vida. Por todo amor, carinho e dedicação...

Dedico

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

Roberto Shinyashiki

AGRADECIMENTOS

Este é um dos momentos em que descrever a felicidade é um estado de muita dificuldade, mas como já dizia um sábio sua vitória é do tamanho da sua luta, eu sou totalmente grato por toda a luta, pois foi ela que me proporcionou este momento.

Serei eternamente grato a muitas pessoas que participaram junto comigo dessa jornada, dessa forma em primeiro lugar eu gostaria de agradecer muito e em primeiro lugar à DEUS pois Ele esteve me observando e cuidando de cada um dos meus passos, e a meus pais Débora Melquiades Silva Oliveira e Nilton José dos Santos, por terem me dado a vida, e mais do que isso me dar o que eles não tiveram, fazendo o impossível dia após dia. Eles são os responsáveis por proporcionar todas as coisas que já conquistei e que um dia irei conquistar, não existem palavras que eu possa escrever aqui para demonstrar tal gratidão à isso. Agradeço à minha irmã Anna Carolina Silva Santos por fazer parte da minha família e me amar como irmão incondicionalmente, me dando apoio e carinho.

Sou grato a minha namorada, amiga e companheira Priscila Ramos Simões Pires e os seus pais, por ser minha companheira e estar comigo durante o curso me apoiando e dando suporte à todas as dificuldades encontradas, assim como a meus amigos e colegas da turma de Zootecnia 2012.1 em especial para meus irmãos de curso Alberto, Silas, Pedro e Thaiano que proporcionaram incontáveis momentos de felicidade, carinho e amizade.

Sou grato a todos da minha família, minhas avós Isabel e Maria todos os meus tios e tias, meus primos e primas e todos amigos que desejaram coisas boas a mim.

Agradeço a meus antigos colegas de quarto João Paulo, Rafael (Potência), Ricardo por terem me acolhido e aceitado como amigo no alojamento do quarto A 12, além de todos os meus companheiros da época do alojamento que ajudaram a suportar a saudade de casa.

Sou grato a cada professor que um dia já me deu aula ou passou algum ensinamento, em especial e com muito carinho a todos eles, nesse momento me lembro de todos os professores que me ajudaram a ser o aluno que sou hoje e sempre serei grato a isso. Além do coordenador de curso Edilson Paes Saraiva, e ex coordenadora Safira Valença Bispo e a dedicada secretária Vanda por auxiliarem todos os estudantes. Agradeço aos alunos do Grupo de Estudos de Forragicultura, ao doutorando Adelson Santana e ao professor Walter Efrain que me ajudaram bastante na execução do trabalho.

Agradeço aos meus orientadores Juliana Silva de Oliveira, Edson Mauro Santos e Severino Gonzaga Neto por tudo o que me proporcionaram durante a graduação.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 O semiárido brasileiro.....	3
2.2 Palma forrageira como opção para utilização na alimentação animal	3
2.3 Conservação de forragem na forma de silagem	5
2.4 Ensilagem de palma	7
2.4 Rações na forma de silagem	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local do experimento e período experimental.....	11
3.2 Proporção e composição das rações experimentais	11
3.3 Procedimentos para ensilagem.....	12
3.4 Variáveis avaliadas	13
3.5 Análises laboratoriais.....	14
3.6 Delineamento experimental	17
3.7 Análises estatísticas	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: pH das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação	22
Figura 2: Contagem de bactérias do ácido láctico (BAL) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação	23
Figura 3: Contagem de leveduras (LEV) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação	23
Figura 4: Contagem de mofos (MOFO) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação	24
Figura 5: Contagem de enterobactérias (ENT) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção dos ingredientes das rações com base na matéria natural	11
Tabela 2: Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis CHOs), e capacidade tamponante (CT) das rações experimentais, antes da ensilagem.....	12
Tabela 3: MS, PB, CT e CHOs e N-NH ₃ das rações experimentais após 60 dias de ensilagem	18
Tabela 4: Valores médios de recuperação de matéria seca (RMS), perdas por gases (PG) e perdas por efluentes (PE) das silagens após 60 dias de fermentação	20
Tabela 5: Valores médios (%) dos teores de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB) e ácido propiônico (AP) das silagens após 60 dias de fermentação	21

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o padrão de fermentação e a composição bromatológica de rações na forma de silagem à base de palma forrageira, com adição do farelo de trigo em substituição ao capim aruana. O experimento foi realizado na EMEPA-PB Tacima, EMEPA-PB Soledade e no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba. Os tratamentos foram representados pelos níveis de adição de farelo de trigo 0, 5, 10, 20 e 30% com base na matéria natural (MN), substituindo parcial ou totalmente o capim-arua na formulação de cinco rações. O período experimental foi de 60 dias após o procedimento de ensilagem do material, onde as aberturas ocorreram após os dias 0, 7, 15 e a última abertura realizada 60 dias após a ensilagem. Foram confeccionados 75 silos de PVC, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos e 5 repetições. Avaliou-se o pH, ácidos orgânicos (AL, AA, AB e AP), Perdas fermentativas (PG, PE e RMS), N-NH₃, MS, CT, CHOs e PB. Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos para os teores de PB e CHOs. Os teores de MS diferiram ($P<0,05$), com os menores valores observados para as rações 1 e 2 uma vez que estas continham maior proporção de farelo de trigo, e as demais não diferindo entre si. A capacidade tampão das silagens teve efeito significativo ($P<0,05$), diferindo entre as rações, variando de 0,10 a 0,8 (Nº E.g/100g MS) valores considerados adequados para silagens. Houve diferença significativa ($P<0,05$) para os valores de N-NH₃, onde maiores valores foram encontrados para as silagens das rações 1 e 2. Não houve efeito para PG, PE e RMS ($P>0,05$) assim como para AA, AL, AP e AB ($P>0,05$) uma vez que as silagens apresentaram teor de MS adequado, além das próprias características da massa ensilada garantirem uma boa fermentação. Os valores de pH atingiram a faixa próxima ao ideal logo aos 7 dias pós-ensilagem, havendo pico de crescimento de BAL, este fato pode estar relacionado ao teor de CHOs adequado para redução de pH em todas as cinco rações. As 5 silagens apresentaram uma baixa contagem de enterobactérias, mofos e leveduras. Silagens na forma de ração completa à base de palma forrageira e capim aruana apresentam valores adequados relacionado à parâmetros microbiológicos, não alterando a composição química, com perdas reduzidas, podendo ser caracterizadas como silagens de boa qualidade, sendo necessário uma avaliação das condições do sistema de produção para uma adequada indicação.

Palavras-chave: bactérias do ácido lático, ensilagem, forragens, muscilagem, pH, semiárido

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the fermentation pattern and the bromatological composition of feedstuffs in the form of silage based on forage palm, with addition of wheat bran replacing the aruana grass. The experiment was carried out in the EMEPA-PB Tacima, EMEPA-PB Soledade and in the Laboratory of Forragicultura of the Federal University of Paraíba. The treatments were represented by the levels of addition of wheat bran 0, 5, 10, 20 and 30% based on natural matter (MN), replacing partially or totally aruana grass in the formulation of five rations. The experimental period was 60 days after the ensilage procedure of the material, where the openings occurred after days 0, 7, 15 and one last time 60 days after ensiling. 75 PVC silos were made using the completely randomized delimitation method (DIC) with 5 treatments and 5 replicates. PH, organic acids (AL, AA, AB and AP), fermentative losses (PG, PE and RMS), N-NH₃, MS, CT, CHOs and PB. There was no effect ($P > 0.05$) of the treatments for PB and CHO contents. The DM contents differed ($P < 0.05$), with the lowest values observed for rations 1 and 2 since they contained a higher proportion of wheat bran, and the others did not differ. The buffer capacity of the silages had a significant effect ($P < 0.05$), differing between the rations, varying from 0.10 to 0.8 (No. E.g / 100g DM) values suitable for silages. There was a significant ($P < 0.05$) for N-NH₃ values, where higher values were found for silages of rations 1 and 2. There was no effect for PG, PE and RMS ($P > 0.05$) as well as for AA, AL, AP and AB ($P > 0.05$) as silage showed the DM content, besides the basic characteristics of the ensiled mass ensure a good fermentation. The pH values reached a range close to the ideal of 7 days post ensiling, with a peak of BAL growth, this fact may be related to the content of CHOs for pH reduction in all five rations. As 5 silages they present a low count of enterobacteria, molds and yeasts. Silages in the form of complete ration based on forage palm and aruana grass substantive adequate resources related to microbiology, without altering the chemical composition, with reduced losses, being able to be characterized as good quality silages, being necessary an evaluation of the conditions of the production system for an appropriate indication.

Keywords: acid lactic bacteria. ensilage. forage. mucilage. pH. semiarid

1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira é uma das plantas mais cultivadas na região semiárida, utilizada principalmente no período de escassez de alimento por muitos produtores para alimentar os animais nesse período. Segundo Ramos et al, (2011) a produção de fitomassa por área e eficiência de uso da chuva pela palma forrageira associada com a diminuição do espaçamento de plantio, contribui para uma maior quantidade de forragem produzida por área e por unidade de chuva.

Além de ser uma forrageira adaptada às condições de clima semiárido e muito cultivada nessa região, suas características nutricionais são adequadas para utilização na alimentação animal, apresentando uma alta palatabilidade e digestibilidade (FERREIRA et al, 2009). Também são características da palma o alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF) e baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) (SANTOS, 2012). Por outro lado, sabe-se que ruminantes apresentam uma exigência de FDN para adequada manutenção das funções ruminais, dessa forma recomenda-se fornecer a palma em conjunto com outros ingredientes da ração, como forma de disponibilizar outras fontes de fibra.

O semiárido apresenta algumas particularidades em relação ao seu clima, como uma delas podemos citar a formação de diferentes microrregiões de clima distinto, dessa forma diferentes sistemas de produção podem existir dentro do seu território de Abrangência. O capim aruana é uma gramínea de porte médio, adequado à alguns sistemas de produção, principalmente adequado ao pastejo de pequenos ruminantes, apresentando uma boa produção de matéria seca variando em torno de 18 a 21 toneladas de matéria seca/ha/ano.

O processo de ensilagem é uma das técnicas utilizadas com base na conservação de alimentos para fornecer em períodos de escassez, esta técnica é eficiente do ponto de vista prático, uma vez que utiliza, em sua maioria, os recursos disponíveis na propriedade, conservando para fornecer quando necessário.

Dentre as vantagens do processo de ensilagem o fornecimento na forma de ração completa sem dúvida é sem dúvida um dos mais interessantes, sendo esse tema (ração completa) estudado desde Owen & Howard, (1965). Nas últimas décadas passou-se a pensar em utilizar esta ideia juntamente com o processo de ensilagem, pois dentre as vantagens de uma silagem na forma de ração completa pode-se citar: a praticidade no fornecimento das rações, possibilidade de venda, além da conservação em meio úmido, onde se aproveita a água remanescente das plantas.

Alguns estudos têm sido realizados no continente Africano, e na Turquia, (ÇÜREK & OZEN, 2004; MOKOBOKI, 2016) relacionados à silagem de palma, relatando ser uma alternativa estratégica para manter os animais nos períodos de escassez de alimento, entretanto no Brasil ainda não existem trabalhos relacionados ao seguinte tema, dessa forma novos estudos são necessários sobre silagens de palma em interação com outros alimentos na forma de ração completa.

O reduzido teor de matéria seca da palma forrageira, aliado ao seu elevado teor de carboidratos solúveis, permitem formular rações na forma de silagem, alcançando um teor de matéria seca em torno de 30 % e de carboidratos solúveis acima de 10%, considerando a composição média das rações, o que permitiria um ambiente adequado para a fermentação láctica, portanto, com reduzidas perdas durante a ensilagem.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o padrão de fermentação e a composição bromatológica de rações na forma de silagem à base de palma forrageira, com adição do farelo de trigo em substituição ao capim aruana.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O Semiárido Brasileiro

O semiárido Brasileiro compreende a região norte de Minas Gerais e todos os estados da região Nordeste com exceção do Maranhão. Estima-se que mais de 60% da região Nordeste esteja contida no semiárido apresentando uma área total de 962.857,30km² (ARAÚJO, 2011). O Semiárido Nordestino pode ser caracterizado de maneira geral por longos períodos de insolação, associado a altas temperaturas, com uma alta taxa evaporativa e temperaturas que podem variar de 26 a 28° entre regiões, contribuindo para o déficit hídrico decorrente na região. (ZANELLA, 2014)

De um modo geral, os solos da região semiárida são caracterizados como rasos e de baixa fertilidade, com a vegetação predominante sendo a caatinga (CÂNDIDO, 2005). Segundo Marengo et al. (2011) a região nordeste, onde está localizada a maior parte da região semiárida, apresenta em média uma precipitação acumulada inferior a 600mm ano⁻¹. Dessa forma, o Nordeste apresenta altas temperaturas associadas a uma baixa umidade, nesse contexto ocorre uma sazonalidade na produção de forragens devido à ausência de chuvas em determinados períodos do ano, sendo necessário o uso de plantas adaptadas ao período de escassez ou conservação de forragens como base da produção animal em alguns períodos do ano.

Devido às chuvas irregulares, sendo mal distribuídas durante o ano, ocorre o fenômeno denominado sazonalidade na produção de forragens, onde em determinados períodos do ano ocorre um déficit na produção de forragens, De acordo com Marengo et al. (2016) o semiárido apresenta déficit hídrico em pelo menos 70% do ano.

Embora o Semiárido Brasileiro de maneira geral apresente características climáticas adversas para produção de alimentos, algumas microrregiões apresentam uma pluviosidade acima da média, apresentando particularidades referentes ao clima geral (CORREIA et al., 2011), dessa forma diferentes sistemas de produção podem existir em determinadas regiões.

2.2 Palma forrageira como opção para utilização na alimentação animal

A palma forrageira se destaca como uma opção alimentar no período seco, uma vez que está adaptada ao clima semiárido, devido aos fatores ligados à sua fisiologia, como o metabolismo CAM e apresenta adaptações que conferem maior capacidade de absorção de

água como raízes superficiais, conferindo uma boa produção mesmo nos períodos de estiagem (RAMOS et al., 2015). Devido à essas características nos períodos de seca comumente a palma é encontrada nos campos de produção; Estima-se que no Nordeste do Brasil exista uma área de 600.000 hectares ocupados com palma forrageira. (SANTOS, 2012)

Devido a irregularidade na disponibilidade de alimentos no período seco, a produção animal em algumas situações acaba sendo comprometida devido à falta de planejamento, dessa forma novas técnicas são necessárias, objetivando otimização da produção, de forma a reduzir custos com mão de obra e regular o ciclo de produção.

Um dos desafios para região do semiárido é encontrar forrageiras adaptadas que tenham uma elevada produção de matéria seca para utilização durante todo o ano. A palma é uma cultura que apresenta essas características, sendo muito explorada nesse ecossistema, capaz de suportar altas temperaturas, apresentar grande quantidade de água, acumular grande quantidade de MS e apresentar um alto coeficiente de digestibilidade (DA SILVA & SANTOS, 2006).

Ramos (2012), estudando o crescimento vegetativo e produtividade da palma forrageira em função do manejo de colheita e adubação orgânica em dois anos subsequentes, verificou que a produção de matéria seca da palma colhida no primeiro e no segundo ano foi superior em função das doses de esterco, produzindo no nível de 15tha^{-1} de esterco 25tha^{-1} de MS, superior em 1 tonelada em relação a produção acumulada em dois anos, apresentando uma maior produção na rebrota devido ao número de cortes e atribuiu este fato a fisiologia das cactáceas, capazes de adaptar-se às condições climáticas de forma eficiente.

Algumas características são pertinentes para avaliação da qualidade de um alimento, dentre eles a palatabilidade, a composição química e digestibilidade são fatores que devem ser considerados. A palma quando avaliada nestes quesitos apresenta uma boa aceitação quando fornecida na dieta dos animais, onde grandes quantidades podem ser voluntariamente consumidas (BISPO et al., 2007), e apresenta uma alta quantidade de MS digestível (ARAÚJO et al., 2004), fatores que podem estar diretamente relacionados ao teor de carboidratos solúveis presentes em sua composição.

Independente da espécie, a palma forrageira de maneira geral apresenta composição bromatológica pouco variável, com teores médios de MS ($116,9 \pm 25,6 \text{ gkg}^{-1}$), baixo teor de proteína bruta ($48,1 \pm 11,6 \text{ gkg}^{-1}$), fibra em detergente neutro ($267,9 \pm 50,7 \text{ gkg}^{-1}$) e fibra em detergente ácido ($188,5 \pm 31,7 \text{ gkg}^{-1}$). Apresenta um alta teor de carboidratos totais ($811,2 \pm 59,0 \text{ gkg}^{-1}$), carboidratos não-fibrosos ($585,5 \pm 81,3 \text{ gkg}^{-1}$), e matéria mineral ($120,4 \pm 47,0 \text{ gkg}^{-1}$) (SANTOS et al., 2012).

Embora a palma seja um alimento de boa aceitabilidade pelos animais e de alto valor energético, alguns estudos têm relatado perda na eficiência produtiva, quando esta é fornecida como fonte exclusiva de volumoso ou incluída em altas quantidades na ração, principalmente devido a deficiência em uma fibra fisicamente efetiva em sua composição ou diferenças nas relações entre fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) (ANDRADE, 2002), a fibra fisicamente efetiva quando fornecida em quantidades reduzidas pode reduzir a salivação, esta que é necessária para manutenção do pH ruminal (MERTENS, 2001). Dessa forma faz-se necessário muitos outros estudos sobre o efeito de interação entre a palma e outros ingredientes na ração.

Bispo et al. (2007) estudando o efeito da substituição do capim elefante por palma forrageira sobre o consumo e digestibilidade de ovinos, observaram que a medida que o capim era substituído pela palma, havia uma maior ingestão de nutrientes, devido aos altos teores de CNF e nutrientes digestíveis totais (NDT) fornecidos pela palma.

Wanderley et al. (2002) estudando o efeito da substituição da silagem de sorgo por palma forrageira em vacas leiteiras observou incremento na produção de leite e melhoria da conversão alimentar dos animais, no nível de inclusão de 36% de palma forrageira na dieta.

Da Silva et al. (2007) estudando palma em associação a outros volumosos na dieta de vacas holandesas em lactação (Bagaço de cana, feno de capim-tifton, feno de capim elefante ou silagem de sorgo), não observaram diferenças entre a digestibilidade da matéria seca e seus constituintes comparando sua associação aos diferentes volumosos utilizados, justificando dessa forma sua inclusão na dieta juntamente com outros volumosos, a depender do custo e disponibilidade.

Em situações onde a palma forrageira é utilizada como base da alimentação animal, devido às suas propriedades nutricionais, o indicado é que se utilize uma fonte de fibra de boa digestibilidade, e que tenha uma boa qualidade nutricional. Dentre os capins do gênero *Panicum* o capim Aruana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana IZ 5) se destaca com relação a sua digestibilidade da MS, apresentando valores elevados de digestibilidade de MS (próximos a 70%) quando manejado em boas condições (GERDES et al., 2005).

2.3 Conservação de forragem na forma de silagem

O processo de conservação de forragem na forma de silagem, baseia-se no processo de fermentação em anaerobiose, onde ocorre a conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente ácido lático produzido pelas bactérias do ácido lático (BAL), dessa

forma ocorre redução do pH, resultando em uma conservação do material em meio úmido (SANTOS & ZANINE, 2006).

A técnica de ensilagem envolve quatro diferentes fases, as quais envolvem uma gama de reações bioquímicas e microbiológicas em cada uma delas, a forma com que estas reações ocorrem é variável em função do material ensilado e das condições de ensilagem, sendo dessa forma, de suma importância para obtenção de uma silagem de boa qualidade (JOBIM, 2013).

Santos & Zanine (2006) em sua revisão descrevem as seguintes fases do Processo de ensilagem:

- Fase aeróbia: Nessa fase ocorre o consumo de oxigênio pelos microrganismos aeróbios, como fungos, leveduras e algumas bactérias, uma vez que estes crescem nesta primeira etapa precedida pelo enchimento do silo. A utilização do oxigênio, por esses microrganismos, juntamente com a respiração celular da planta, são responsáveis pelo consumo do oxigênio do silo, dando início a segunda fase. Em uma silagem de boa qualidade esta etapa deve ser o mais breve possível uma vez que estes microrganismos utilizam o açúcar para produção de CO₂, energia e aumentam a temperatura, havendo união de proteína com carboidratos tornando-os indisponíveis, em uma reação denominada reação de Maillard.
- Fase de fermentação ativa: Na segunda fase as bactérias heterofermentativas e enterobactérias, são responsáveis pela redução do pH, posteriormente as bactérias lácticas homofermentativas dominam o meio quando o pH atinge valores próximos a 4,0.
- Fase estacionária: Nessa fase ocorre uma estabilização do pH em valores próximos a 4,0, onde as bactérias do ácido lático (BAL) dominam o meio, trabalhando em atividade reduzida.
- Fase de abertura ou descarga: A quarta e última fase é correspondente ao processo de abertura do silo, onde novamente começa a ocorrer o crescimento de microrganismos indesejáveis como fungos e leveduras, que estavam em sua forma esporulada no interior do silo.

Dentre as principais vantagens da conservação na forma de silagem destaca-se a presença da água, de suma importância para os períodos de estiagem, porém qualidade da silagem depende de diversos fatores relacionados aos componentes da massa ensilada. Santos et al., (2010) em sua revisão destaca que fatores como: tamanho de partícula, compactação, exposição ao ar ou emurchecimento, estagio de maturação da planta, teor de matéria seca (MS), pH, capacidade tamponante (CT), e aditivos utilizados no processo de ensilagem, afetam a qualidade da silagem, sendo necessário considerar os mesmos para produção de uma silagem de boa qualidade.

Um dos principais determinantes de qualidade da silagem é o teor de matéria seca, uma vez que alto teor de matéria seca pode comprometer a compactação da etapa de ensilagem e elevação da fase aeróbia, por outro lado baixo teor de matéria seca com alta umidade também não é interessante, já que altos teores de umidade acarretam em maiores perdas por efluentes e podem tornar o ambiente propício ao desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (MACHADO et al., 2012).

Além dos fatores físicos inerentes ao processo de ensilagem, o processo fermentativo também afeta consideravelmente a qualidade da silagem. A fermentação láctica realizada pelas bactérias lácticas é a que melhor preserva o material ensilado, no entanto, para que esse processo fermentativo ocorra faz-se necessário a presença de bactérias lácticas em quantidade suficiente, ausência de oxigênio e substrato favorável para crescimento bacteriano (JOBIM et al., 2013).

Alguns aditivos e/ou componentes da dieta animal, podem ser adicionados na silagem objetivando melhorias no processo fermentativo, reduzindo dessa forma, o risco de fermentações por microrganismos indesejáveis ou melhoria no valor nutricional da silagem, como o fornecimento de ingredientes com alto teor de matéria seca ou ricos em carboidratos solúveis. Negrão et al. (2016) avaliando diferentes níveis de casca de arroz em silagens de capim braquiária, verificaram que as silagens que continham farelo de arroz apresentaram um rápido aumento de bactérias lácticas, devido ao açúcar solúvel disponibilizado.

A capacidade tampão é uma das características que está intimamente relacionada à fermentação, esta capacidade está diretamente relacionada aos ácidos orgânicos produzidos pelos microrganismos da silagem, de forma que quanto maior a capacidade tampão, maior a resistência da massa ensilada em reduzir o pH, o que não é interessante para silagens já que alta capacidade tampão geralmente está ligada a perdas de MS (JOBIM, 2013).

Segundo recomendações de Ohmomo, (2002), para que silagens apresentem uma boa qualidade é necessário que o teor de MS esteja entre 35-40%, tenha quantidade de açúcar solúvel suficiente para redução do pH, presença de bactérias lácticas (BAL) homofermentativas, alta densidade e rápido fechamento do silo.

2.4. Ensilagem de palma

Devido ao potencial produtivo da palma, a sua silagem pode ser uma alternativa que pode ser considerada nos períodos de déficit hídrico, principalmente devido a forma como muitos produtores a consideram, sendo como uma “poupança da propriedade”. Uma vez que a

colheita é um processo dispendioso para os produtores rurais, a conservação traria a vantagem dos produtores efetuarem a colheita de uma só vez e utilizar parcialmente a silagem ao longo do ano, além de poder fornecer todos os ingredientes diretamente no cocho na forma de ração completa.

Uma das características estruturais da palma é a alta quantidade de mucilagem em sua composição. Esta possui propriedades de se agregar facilmente a outros componentes da ração, além de estimular o consumo dos animais (ALMEIDA et al., 2012). Dessa forma a compactação pode ser realizada facilmente quando outros ingredientes são incluídos para realização da ensilagem. Santos et al. (2010) destacam a importância de utilização de plantas nativas do semiárido e relata que a técnica de conservação é uma alternativa estratégica para conservação de forragem, sendo interessante até como forma de reduzir compostos anti-nutricionais.

Cürek e Özen (2004), estudando silagens de palma observaram que esta apresenta uma baixa quantidade de MS (20,18%) e proteína bruta (3,46%), dessa forma os autores sugerem que realizar a ensilagem com adição de volumosos ricos em MS e proteína, pode ser uma forma de garantir qualidade na fermentação.

Segundo Abidi et al. (2010) a palma apresenta alto teor de carboidratos solúveis. Este é um dos principais agentes responsáveis pela redução do pH, uma vez que são convertidos em ácidos orgânicos pelos microrganismos presentes na silagem. Gusha et al. (2013), estudando a silagem de palma em associação a quatro diferentes tipos de leguminosas, observou que o pH das silagens após o período de fermentação, estabeleceu valores próximos a 4,00 com valores de matéria seca variando de 37 a 43% entre os tratamentos.

Mciteka (2008) avaliando silagem de palma forrageira em diferentes estados de emurchecimento (10, 20, 30, 40% de MS) com inclusão de diferentes níveis de melaço (0, 8, 16, 24%) verificou efeito interativo entre os tratamentos, com valores variando de 5.4 a 13.69 % de ácido lático com base na matéria seca, onde maiores valores foram obtidos com a inclusão de melaço e aumento no teor de matéria seca devido ao emurchecimento.

Mokoboki et al (2016) avaliando o efeito da inclusão de níveis de melaço em silagens de palma forrageira observaram que a inclusão de melaço (8, 16, 24% na MS) acarretou em uma maior produção de ácido lático devido a maior quantidade de açúcar solúvel disponibilizado.

2.5. Rações na forma de silagem

Desde que o conceito TMR (Total Mixed Ration) foi usado, alguns estudos têm sido realizados na busca de otimizar a produção animal, de forma a reduzir os custos com mão de obra, fornecimento de uma ração balanceada e ofertar a ração como um só alimento, impedindo assim que os animais selecionem a ração. (OWEN & HOWARD, 1965)

Na última década os estudos têm sido direcionados à aplicação dessa técnica no processo de conservação de alimentos, em virtude das vantagens dessa técnica, que envolvem: a praticidade na agregação de nutrientes, o fornecimento de uma ração balanceada, contendo os nutrientes necessários para atendimento das exigências do animal, a possibilidade de incluir alimentos com alto teor de umidade, aumentando assim a quantidade de ração ingerida, além de reduzir os custos com mão de obra aliado a comodidade na distribuição da ração (FREITAS, 2008).

Uma vez que o processo de conservação é feito com intuito de se utilizar a reserva de alimento, no período de escassez, a elaboração de rações na forma de silagem, além das vantagens apresentadas apresentam a possibilidade de venda dessas rações, já que é habitual muitos produtores da região semiárida comprarem alimentos no período seco para manter sua produção.

Xu et al. (2010) trabalhando com silagens na forma de ração completa composta por níveis de substrato de cogumelo, em dietas de feno de Timothy, observaram baixos valores de pH e N-NH₃, com altos teores de ácido láctico, com ausência dos ácidos butírico e propiônico. Resultados semelhantes foram encontrados por Xu et al. (2007) estudando silagens na forma de ração completa de grãos úmidos de chá verde e grãos úmidos de cevada, onde observaram valores de pH próximos a faixa recomendada.

De acordo com Komalasari et al. (2014), o consumo de nutrientes depende de diversos fatores, dentre eles o tipo de dieta e a concentração de nutrientes, em seu trabalho estudando silagens produzidas na forma de ração completa, verificaram que houve um aumento no consumo de matéria seca e PB em relação a dieta convencional, onde a silagem não foi confeccionada na forma de ração completa e os ingredientes foram fornecidos *in natura*.

Xu, et al. (2014) estudando o valor nutritivo e a qualidade da silagem na forma de ração completa (TMR - Total mixed ration) com adição de 0, 10 ou 20% de grãos de café, observaram ausência de ácido propiônico e butírico na fermentação das silagens. Os autores relacionaram a ausência destes ácidos, à presença de carboidratos solúveis e alguns carboidratos não solúveis como a hemicelulose, onde estes, agregados na forma de ração completa contribuíram para a fermentação láctica.

Nishino & Hattori 2007, avaliando a resistência da deterioração aeróbia inoculadas com ou sem bactérias homo ou heterofermentativas em silagens compostas por luzerna feno, milho rachado, polpa de beterraba, farinha de soja e melaço, não observaram diferença entre os teores de ácido láctico (gkg^{-1} MS) entre os tratamentos, mesmo nos diferentes dias após ensilagem, e observaram pHs próximos a 4,00. Os autores concluíram que silagens na forma de ração completa, preparadas com subprodutos úmidos, podem resistir a deterioração aeróbia mesmo sem tratamentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e período experimental

O experimento foi realizado utilizando a palma forrageira que foi colhida em um campo já estabelecido, na Estação Experimental Pendência, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), situada na Mesorregião do Agreste Paraibano, micro região do Curimataú Ocidental, município de Soledade-PB e pastagem de capim Aruana já estabelecida na Estação Experimental Benjamim Maranhão, pertencente a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), microrregião do Curimataú Ocidental, município de Tacima-PB. O processo de ensilagem ocorreu no setor de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campus II areia.

O período experimental teve duração de 60 dias a partir do o procedimento de ensilagem do material, onde as aberturas ocorreram nos dias 0, 7, 15 e a última abertura foi realizada 60 dias após o processo de ensilagem.

3.2 Proporção e composição das rações experimentais

Os tratamentos foram representados pelos níveis de adição de farelo de trigo 0, 5, 10, 20 e 30% com base na matéria natural (MN), substituindo parcial ou totalmente o capim-aruana na formulação de cinco rações (Tabela 1).

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes das rações com base na matéria natural (%MN)

Rações (%MN)					
Ingredientes	Ração 1	Ração 2	Ração 3	Ração 4	Ração 5
Palma Forrageira	55,3	57,1	58,9	63,4	68,1
Capim Aruana	27,9	24,0	19,8	10,8	0,0
Farelo de Soja	4,8	5,0	5,1	5,1	5,3
Farelo de Milho	11,6	11,9	13,2	13,2	14,7
Farelo de Trigo	0,0	1,7	7,4	7,4	11,8
Ureia	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Total	100	100	100	100	100

3.3 Procedimentos para ensilagem

A palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) foi colhida com idade cronológica aproximada de 24 meses após rebrota e o capim-aruaana (*Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana IZ 5) foi colhido em ponto de corte com 40 dias após rebrota durante o período chuvoso. Ambas foram cortados manualmente, deixando apenas o cladódio mãe e um cladódio primário no caso da palma, enquanto que o capim foi cortado a uma altura média de dez centímetros acima do nível do solo, e, em seguida 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 médio de partículas em torno de 2,0 cm. Antes do processo de ensilagem foram coletadas amostras compostas das rações para análise da sua composição-bromatológica e capacidade tamponante (Tabela 2).

Tabela 2 – Concentrações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis CHOs), e capacidade tamponante (CT) das rações experimentais, antes da ensilagem.

Rações	MS (gkg ⁻¹)	PB (gkg ⁻¹)	CT (Nº E.g/100g MS)	CHOs (gkg ⁻¹)
Ração 1	252,2	159,9	0,09	82,3
Ração 2	269,8	191,3	0,08	58,3
Ração 3	240,9	191,5	0,07	48,5
Ração 4	272,6	176,9	0,07	59,9
Ração 5	279,7	197,4	0,07	65,9

Após a palma ser picada, os materiais foram conduzidos ao Laboratório de Forragicultura (UFPB/CCA) para proceder a ensilagem em suas devidas proporções, conforme os tratamentos.

Foram confeccionados 75 silos de PVC para avaliação das silagens com 5 tratamentos e 5 repetições para avaliação das silagens nos quatro períodos de abertura (0, 7, 15, 60). O período de abertura 0 constituiu na a massa ensilada após a mistura dos ingredientes.

Os silos foram hermeticamente fechados, e apresentavam 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura para ensilar o material de estudo, dotados de válvula de Bunsen para escape dos gases, e com aproximadamente 1 kg de areia ao fundo, para captura dos efluentes.

3.4 Variáveis avaliadas

As variáveis que foram avaliadas para o processo fermentativo e composição química, foram pH, ácidos graxos de cadeia curta (ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico), teor de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), capacidade tampão (CT) e contagem de populações microbianas (bactérias do ácido láctico, enterobactérias, mofos e leveduras). As coletas de amostras para a análise microbiológica foram realizadas em cinco períodos sendo nos dias 0, 7, 15 e 60 dias após o processo de ensilagem. Para avaliação da composição bromatológica foi avaliada a matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOs) e proteína bruta (PB), além das perdas durante a ensilagem.

Para estimativa de perdas por gases e efluentes, assim como para se estimar a recuperação da MS, durante a ensilagem, foram utilizadas as equações descritas abaixo:

Pela Equação (1) – foram obtidas as perdas por gases, com base na diferença de peso da massa de forragem seca:

Equação (1) – $G = (PCI - PCf) / (MFi \times MSi) \times 100$, onde:

G: perdas por gases (%MS);

PCI: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do silo cheio na abertura (kg);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

As perdas por efluentes foram calculadas pela Equação (2) – baseadas na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem fresca no fechamento:

Equação (2) – $E = [(PVf - Tb) - (PVi - Tb)]/MFi \times 100$, onde:

E: produção de efluentes (kg/tonelada de silagem);

PVi: peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg);

Tb: tara do silo;

MFi: massa de forragem no fechamento (kg).

A recuperação de MS foi determinada pela seguinte Equação (3):

Equação (3) – $RMS(\%) = [(MVfo \times MSfo)/(MSi \times MSSi)] \times 100$, onde:

RMS (%): 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) na abertura dos silos;

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

3.5 Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e Laboratório de Nutrição Animal do CCA/UFPB. Na abertura dos silos, foram descartadas as porções superior e inferior de cada silo, equivalendo a aproximadamente 5 cm cada, e a porção central foi homogeneizada para então se proceder a retirada de uma amostra de 25 g, em duplicata, de silagem para determinação do pH, segundo Bolsen et al (1992). Em 100 mL de água destilada foram adicionados 25 g de silagem, permanecendo em repouso por 1 hora, para leitura de pH, utilizando-se um potenciômetro. Além dessas análises foram realizadas também contagem dos grupos microbianos, bem como retirada de amostras para determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e da composição bromatológica.

Para análise de ácidos orgânicos 10 g de amostra foram diluídos em 90 mL de água destilada e filtrados em papel filtro tipo Whatman (KUNG Jr. & RANJIT, 2001). Em 2 mL do filtrado foi adicionado 1 mL de solução de ácido metafosfórico 20% (p/v). As amostras foram centrifugadas a 13000 rpm por 15 minutos, e posteriormente enviadas para a Universidade Federal de Viçosa, para análise dos ácidos orgânicos AGVs (ácido lático- AL, ácido acético-

AA, ácido propiônico- AP e ácido butírico- AB) em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, acoplado ao detector ultravioleta (UV) modelo SPD-10A VP 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 N-NH₃ das amostras, seguiu-se a metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), onde 25 g de amostra foram adicionadas à 200 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro, ocorrendo a estimativa, considerando o nitrogênio total da amostra, de acordo com descrito por Detmann et al. (2012).

Para quantificação dos grupos microbianos procedeu-se a homogeneização de todas as repetições de cada tratamento, sendo adicionados 90 mL de água destilada nas amostras e homogeneizadas em liquidificador industrial 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 bactérias lácticas (BAL) após incubação por 48 horas em estufa B.O.D., à 37°C;
- Brilliant Green Agar (Difco) para enumeração de enterobactérias (ENT) após incubação por 24 horas em estufa B.O.D. à 35°C; e Batata Dextrose Agar, sendo acrescido de 1 dag/kg de ácido tartárico a 1%, após a esterilização, para contagem de mofos e leveduras (M e L) após incubação por 3-7 dias à temperatura ambiente.

As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas em que haviam valores entre 30 e 300 UFC (unidades formadoras de colônia) em uma placa de Petri. Consideraram-se então as médias das placas da diluição selecionada. A diferenciação entre leveduras e bolores foi dada pela estrutura física das colônias, o que foi visualmente perceptível, pois leveduras são unicelulares e bolores multicelulares.

As análises de composição em matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), foram realizadas de acordo as metodologias preconizadas pela AOAC (1990), com adaptação de Detmann et al. (2012).

Para realização da análise de capacidade tampão previamente, foram realizadas as soluções de HCl e NaOH (0,1N), assim como a calibração do pHmetro com as soluções de pH

4,0 e 7,0. Foram pesadas cerca de 15 gramas da amostra fresca, após prévio descongelamento em temperatura ambiente. Conforme descrito na metodologia de Playne & McDonald (1966), foi procedida a maceração da amostra em liquidificador com 250 mL de água destilada, sendo em seguida transferida para recipientes plásticos e mantida em repouso a temperatura ambiente durante 30 minutos.

Posteriormente à calibração do pHmetro com as soluções de pH 4,0 e 7,0, foram aferidos o pH inicial das amostras, sendo posteriormente conduzidas à análise de capacidade tampão, com uso de soluções de ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N. Dessa forma, com auxílio de agitador magnético, foi realizada a titulação sob agitação constante, adicionando primeiramente a solução de HCl para reduzir o pH até 3,0 de forma a haver liberação de bicarbonatos e CO₂. Posteriormente, foi procedida a titulação com NaOH até a elevação do pH para 4,0. A partir disso, foi novamente pipetada solução de NaOH, sendo anotado o valor gasto de modo a mudar o pH de 4,0 para 6,0, o qual foi utilizado no cálculo da capacidade tampão das amostras. Dessa forma, a capacidade tampão foi expressa como equivalente miligrama (e.mg) de álcali, requerido para mudar o pH de 4,0 para 6,0 por 100 g de matéria seca, após correção para o valor da titulação de 250 mL de água destilada (Branco), como demonstrado a seguir:

$$CATP = \frac{0,1 * (V_a - V_b) * 100}{PA}$$

Em que:

CATP = capacidade tampão em e.mg NaOH/100 g MS;

0,1 = Normalidade do NaOH;

V_a = volume de NaOH gasto para mudar o pH da **amostra** de 4,0 para 6,0;

V_b = volume de NaOH gasto para mudar o pH do **branco** de 4,0 para 6,0;

PA = peso da amostra seca = [(peso da amostra*MS)/100]

Para se determinação da concentração de carboidratos solúveis totais (CST) da silagem, foi utilizado o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações por Corsato et al. (2008). Para a extração utilizou-se 50 mg de amostra seca e moída em moinho tipo Willey com tamanho de partícula de 1mm, sendo adicionados a 50 mL de solução de etanol a 80%, sendo posteriormente colocadas em aparelho de banho-maria a 80°C durante 30 minutos. Posteriormente, o material foi filtrado, o resíduo sólido descartado e completou-se o volume para 100 mL com água destilada em balão volumétrico e homogeneizado o extrato etanólico. Em seguida, alíquotas de um mL do extrato etanólico foram retiradas, adicionou-se 0,5 mL de solução de fenol a 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico

concentrado em tubos de vidro com tampa rosqueável, com o intuito de evitar volatilização do material. Após a pipetagem dos reagentes acima mencionados e da amostra, os tubos foram homogeneizados com auxílio de vórtex, e deixados esfriar a temperatura ambiente.

Posteriormente, foi construída uma curva padrão com concentrações crescentes de solução de glicose a 0,01%, conduzindo-se as leituras em espectrofotômetro a 490 nm de absorbância. Os teores de CST foram calculados em $\text{g} \times 100 \text{ mL}^{-1}$ de solução e, posteriormente ajustados com base na matéria seca de cada amostra de silagem utilizada.

3.6 Delineamento experimental

Para as variáveis associadas ao processo fermentativo e composição bromatológica das silagens por ocasião da abertura dos silos, devido à homogeneidade das condições experimentais, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, representados pelas cinco rações experimentais, e três repetições por tratamento.

3.7 Análises Estatísticas

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). Onde: Y_t = Modelo adotado; A = Valores de pH; B = Coeficiente angular; e = Exponencial e t = Tempo

Para avaliação dos grupos microbianos procedeu-se a análise descritiva dos dados sendo representados na forma de gráficos. As variáveis analisadas relacionadas a ácidos orgânicos (AL, AA, AB e AP), Perdas fermentativas (PG, PE e RMS), N-NH_3 , MS, CT, CHOs e PB foram submetidas à análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Sendo utilizado o “PROC GLM – General Linear Models”, do software Statistical Analysis System – SAS (Statistical, 2008), considerando como valores significativos de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3, apresentam-se os dados de MS, PB, CT, CHOs e N-NH₃ das silagens de palma na forma de ração completa, após 60 dias de fermentação. Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos para os teores de PB e CHOs. Os teores de MS diferiram ($P<0,05$), com os menores valores observados para as rações 1 e 2.

O aumento do teor de MS era esperado, uma vez que o farelo trigo além de atuar como um aditivo absorvente de umidade em silagens, devido às suas características químicas, pode elevar o teor de matéria seca das silagens consideravelmente. Os valores de MS variaram de 277,2 a 346,4gkg⁻¹, segundo Monteiro et al. (2011), a preconização para os teores de MS em silagens de boa qualidade varia em valores próximos entre 280,0gkg⁻¹ a 340,0gkg⁻¹, dessa forma todas as rações apresentaram teores de MS adequados para ensilagem.

Os teores de PB verificados em silagens de palma encontram-se maiores que os relatados por Çurek & Ozen (2004), onde relataram baixo teor proteico (34,6gkg⁻¹) em silagens de palma. Esta diferença ocorreu devido à ensilagem ser realizada na forma de ração completa, adicionando-se outros ingredientes à ração, e dessa forma a presença de outros ingredientes aumentou os teores de PB das rações.

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), capacidade tampão (CT), carboidratos solúveis (CHOs) e amônia (N-NH₃) das rações experimentais após 60 dias de fermentação.

Rações	MS (gkg ⁻¹)	PB (gkg ⁻¹)	CT (Nº E.g/100g MS)	CHOs (gkg ⁻¹)	N-NH ₃ (%N Total)
Ração 1	277,2c	180,1a	0,10a	115,6a	0,09a
Ração 2	272,0c	182,3a	0,093a	127,6a	0,09a
Ração 3	309,6b	179,4a	0,086ab	136,5a	0,06ab
Ração 4	317,3ab	181,9a	0,08b	149,9a	0,05ab
Ração 5	346,0a	183,4a	0,08b	91,5a	0,03b
CV¹ (%)	3,59	4,17	6,56	22,75	29,70

¹CV: Coeficiente de variação

²Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Todas as silagens apresentaram teor de CHOs acima do observado nas rações antes da ensilagem, o que sugere que pode ter havido hidrólise ácida de carboidratos complexos,

solubilizando parte dos açúcares, e demonstrando que houve açúcares suficiente para a fermentação microbiana durante a ensilagem. Ávila et al. (2006) estudando o efeito de aditivos em silagens de capim Tanzânia, relata aumento nos teores de carboidratos solúveis em função dos tempos de abertura, justificando que a hidrólise ácida pode ter sido um dos fatores para liberação de carboidratos solúveis para fermentação.

A capacidade tampão das silagens teve efeito significativo ($P < 0,05$), diferindo entre as rações, variando de 0,10 a 0,8 N° E.g/100g MS onde maiores valores foram encontrados para silagens que continham em sua composição maiores quantidades de capim-aruaana, este fato pode estar relacionado ao fato de capins apresentarem alta capacidade tampão (EVANGELISTA et al, 2004). No entanto, todos os valores estão abaixo dos observados em silagens de modo geral, o que demonstra que todas as rações estavam aptas à redução do pH e preservação da massa ensilada.

Segundo Siqueira et al. (2007) a capacidade tampão pode ser influenciada por vários fatores, dentre eles pode-se citar: teores de carboidratos solúveis, de nitrogênio ($N-NH_3$) e de minerais. A inclusão de farelo de trigo em silagens geralmente apresenta duplo propósito, absorver umidade e fornecimento de carboidratos solúveis, portanto era de se esperar redução da capacidade tampão com a substituição do capim-aruaana pelo farelo de trigo.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os valores de $N-NH_3$, onde maiores valores foram encontrados para as silagens das rações 1 e 2, fato que pode ser explicado em função das propriedades do capim para ensilagem. Vários trabalhos relatam redução nos teores de $N-NH_3$ em silagens de capins aditivadas com ingredientes fornecedores de carboidratos solúveis, como por exemplo a polpa cítrica, farelo de arroz ou melaço (ÁVILA et al., 2006; NEGRÃO et al., 2016; ANDRADE & MELOTI, 2004). No entanto, os valores de $N-NH_3$ são considerados muito baixos (MCDONALD et al., 1991), e a partir desses resultados é possível inferir que a proteólise foi mínima durante a ensilagem.

Uma das preocupações na formulação de silagens na forma de rações é a manutenção de sua qualidade após o processo de ensilagem. A reduzida proteólise com baixos teores de amônia e a solubilização de açúcares sugerem uma fermentação adequada e, consequentemente, a manutenção da qualidade das rações.

Na tabela 4, encontram-se os valores de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS), não havendo efeito significativo ($P > 0,05$) para as silagens. Todas as silagens apresentaram reduzidas perdas por efluentes e perdas por gases, podendo esse fato estar relacionado ao teor de MS dentro do preconizado para silagens de boa qualidade.

Tabela 4 – Valores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens após 60 dias de fermentação.

Rações	PG (gkg ⁻¹)	PE (Kg/ ton de MV)	RMS (gkg ⁻¹)
Ração 1	8,1a	7,67a	991,7a
Ração 2	7,7a	14,36a	990,8a
Ração 3	7,4a	11,46a	991,3a
Ração 4	15,9a	7,32a	983,3a
Ração 5	5,5a	16,02a	992,8a
CV¹ (%)	113,97	53,42	1,03

¹CV: Coeficiente de variação

²Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segundo Nogueira, et al (2016) uma das causas da diminuição de perdas por efluente em silagens com palma forrageira pode estar relacionada a presença de mucilagem, que é visível logo após o processo de moagem. A mucilagem auxilia de modo a impedir perdas dos compostos fluidos da palma forrageira na forma de efluentes.

A mucilagem da palma forrageira é composta por ácidos polissacarídeos, podendo apresentar-se na forma de sais de cálcio e magnésio, estes polissacarídeos estão associados a capacidade de retenção de água (TRACHTENBERG & MAYER, 1981). Goycoolea & Cárdenas. (2003) relatam que a mucilagem da palma forrageira apresenta duas frações de carboidratos solúveis, uma delas é a pectina com propriedades gelificantes. Essas propriedades gelificantes auxiliam na agregação dos ingredientes da ração.

Com relação a recuperação por matéria seca, não houve diferença significativa ($P>0,05$) com todas as silagens apresentando uma alta recuperação de matéria seca, o que demonstra que as perdas tanto por gases quanto por efluentes foram reduzidas, devido a adequada acidificação da massa ensilada.

Na tabela 5, encontram-se os valores referentes aos ácidos orgânicos do processo de ensilagem, ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB) e ácido propiônico (AP) das silagens. Não houve diferença ($P>0,05$) para nenhum dos ácidos. Os valores de ácido láctico, encontram-se próximos aos valores encontrados por Mokoboki et al, (2016), que ao estudarem diferentes níveis de inclusão de melaço em silagens de palma forrageira após pré-secagem, verificaram valores variando de 60,0gkg⁻¹ a 100,0gkg⁻¹ de ácido láctico entre os níveis de inclusão.

Tabela 5 – Valores médios (gkg^{-1}) dos teores de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB) e ácido propiônico (AP) das silagens após 60 dias de fermentação.

Rações	AL (gkg^{-1})	AA (gkg^{-1})	AB (gkg^{-1})	AP (gkg^{-1})
Ração 1	135,0a	21,8a	1,6a	1,8a
Ração 2	153,4a	21,0a	1,5a	2,4a
Ração 3	122,1a	18,4a	1,3a	1,8a
Ração 4	93,2a	13,2a	1,5a	2,4a
Ração 5	103,5a	17,4a	1,9a	1,5a
CV¹ (%)	27,01	30,61	26,96	44,20

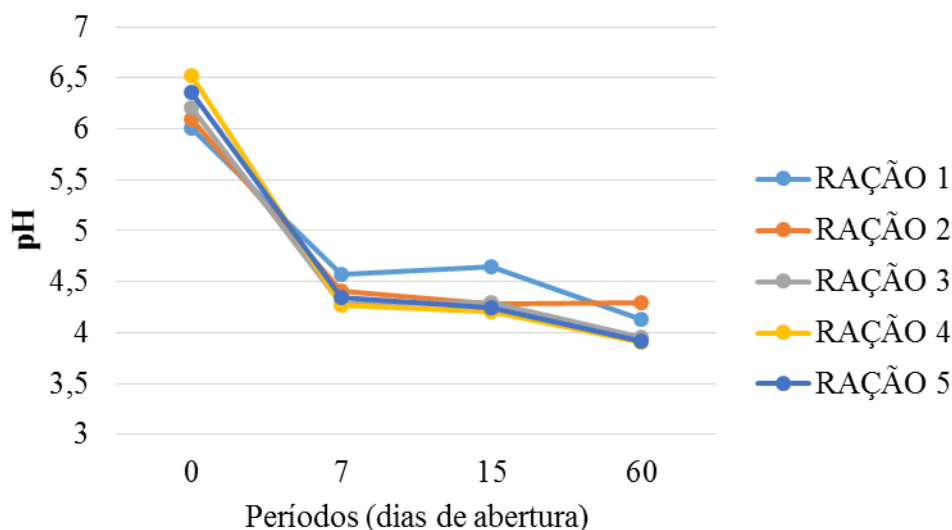
¹CV: Coeficiente de variação

²Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em todas as rações verificou-se pouca produção de AB, AP e AA, isso ocorreu devido à faixa de pH, que se manteve estável em valores próximos a 4,0 pH (Figura 1) propício para o crescimento de bactérias lácticas, dessa forma os demais grupos microbianos como *Clostridium*, enterobactérias, mofos e leveduras, que participam da produção de outros ácidos orgânicos que não o ácido láctico, tiveram seu crescimento reduzido (WOOLFORD, 1984).

A produção de ácido láctico pode ser influenciada por muitos fatores, como teor de matéria seca e carboidratos solúveis e a capacidade tampão das silagens, a quantidade de carboidratos solúveis em quantidade suficiente para utilização pelas bactérias lácticas e redução do pH deve ser considerada. Segundo Ferreira (2001) a preconização para teores mínimos de carboidratos solúveis de uma silagem de boa qualidade está entre 60,0 e 120,0 gkg^{-1} , dessa forma é possível garantir a produção de ácidos suficiente para conservação da massa ensilada.

Na figura 1, encontram-se os valores de pH das 5 diferentes rações em função dos quatro períodos de abertura. Após 7 dias de ensilagem todas as cinco silagens apresentaram pH próximo a faixa recomendada por McDonald (1991) que preconiza valores próximos a 4,0 para silagens de boa qualidade.



Equações:

Ração 1: $4,2585 + 1,7276 \cdot \text{Exp}(-0,163^x)$ $R^2 = 95,09$

Ração 2: $4,0775 + 2,0078 \cdot \text{Exp}(-0,2382^x)$ $R^2 = 98,71$

Ração 3: $4,1068 + 2,1020 \cdot \text{Exp}(-0,3377^x)$ $R^2 = 98,35$

Ração 4: $4,0339 + 2,4847 \cdot \text{Exp}(-0,3226^x)$ $R^2 = 99,14$

Ração 5: $4,0425 + 2,3144 \cdot \text{Exp}(-0,2715^x)$ $R^2 = 98,87$

Figura 1 – pH das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação

Os valores de pH (Figura 1) encontrados neste trabalho corroboram com os encontrados por Çüreker e Özen (2004); Gusha et al, (2013); Gusha et al (2015), que relataram valores próximos a 4,0 em silagens de palma. Este fato pode estar relacionado a presença de carboidratos solúveis em quantidade suficiente para redução do pH, passivos a serem rapidamente convertidos à ácido lático pelas bactérias lácticas, o que contribui para uma rápida acidificação do meio logo nos primeiros dias de fermentação, havendo uma posterior estabilização do pH.

Segundo Nogueira, (2016) a palma apresenta em torno de $120 \text{gkg}^{-1} \text{MN}$ de carboidratos solúveis totais, valor considerado alto para plantas consideradas à ensilagem, sendo dessa forma uma planta com alta capacidade de fermentação. Mesmo nas rações com maior participação de capim-aruaana, o pH declinou de forma adequada, demonstrando que o uso da palma forrageira para compor rações na forma de silagem proporciona um ambiente muito favorável para fermentação láctica, e, dessa forma, ideal para preservação da massa ensilada.

Todas as 5 rações apresentaram pico de crescimento de BAL após o período de 7 dias de fermentação (Figura 2), onde atingiram valores superiores à 7,0 UFC, sugerindo que as condições estavam favoráveis para uma rápida acidificação. Os valores de BAL para as cinco silagens, demonstram que as bactérias lácticas predominaram no meio, logo após 7 dias de fermentação, assim o pH do meio foi rapidamente reduzido.

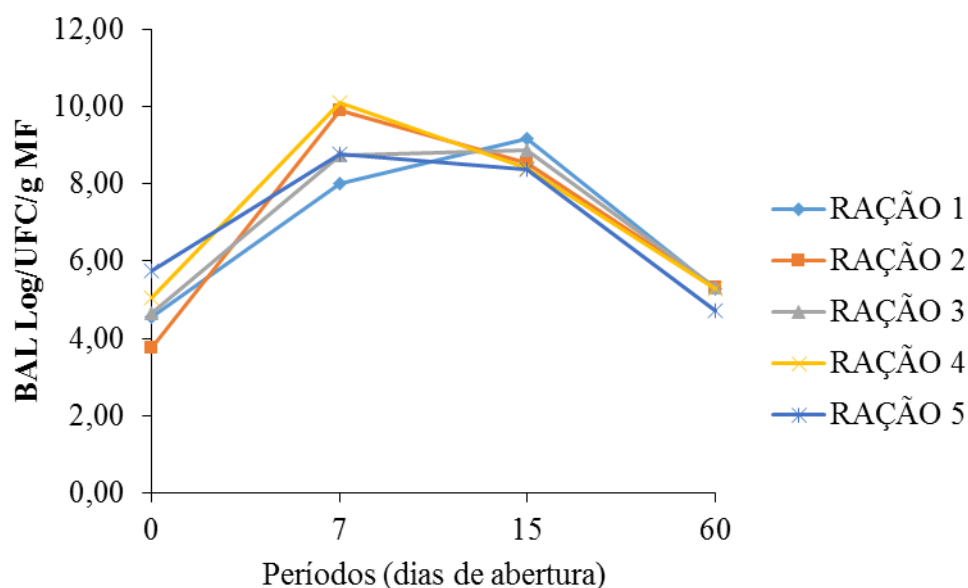


Figura 2 – Contagem de bactérias do ácido lático (BAL) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação

As 5 silagens apresentaram uma baixa contagem de enterobactérias, mofos e leveduras (Figuras 4 e 5), provavelmente essa baixa contagem se deve ao fato das silagens apresentarem valores adequados de carboidratos solúveis (Tabela 2), disponíveis em quantidade suficiente para reduzir o tempo da fase aeróbia do processo fermentativo, ocorrendo dessa forma uma fermentação predominantemente láctica. Além disso fatores como o teor de MS em quantidade suficiente para preservação e a baixa capacidade tampão das silagens está diretamente ligado ao menor crescimento desses grupos microbianos, pois tende a alterar o pH para faixas inadequadas.

O aparecimento de mofos e leveduras após 15 dias de ensilagem deveu-se a quantidade de açúcares disponíveis na massa ensilada, no entanto seu crescimento foi reduzido em relação ao número de BAL uma vez que o pH não era favorável para seu crescimento (WOOLFORD, 1984).

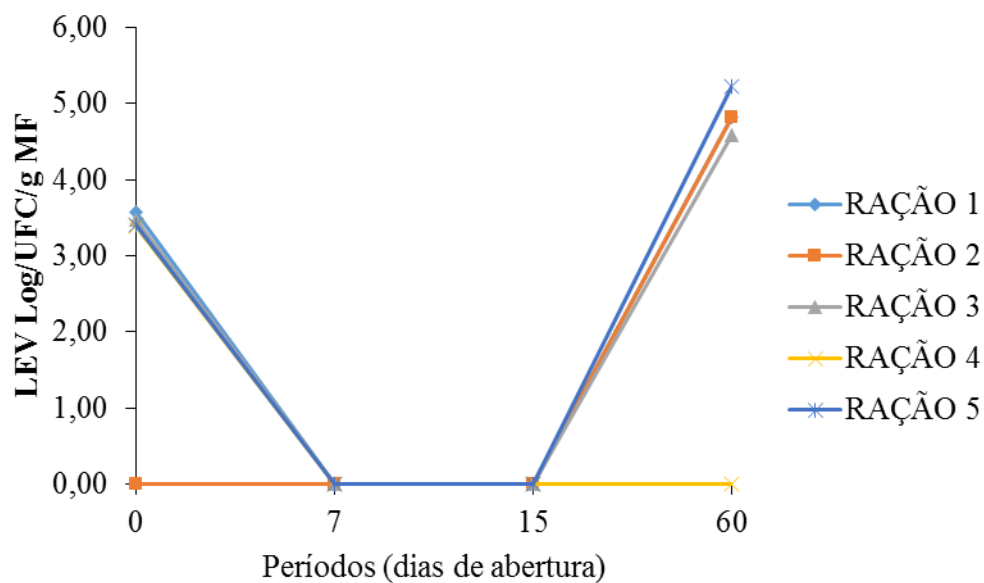


Figura 3 – Contagem de leveduras (LEV) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação

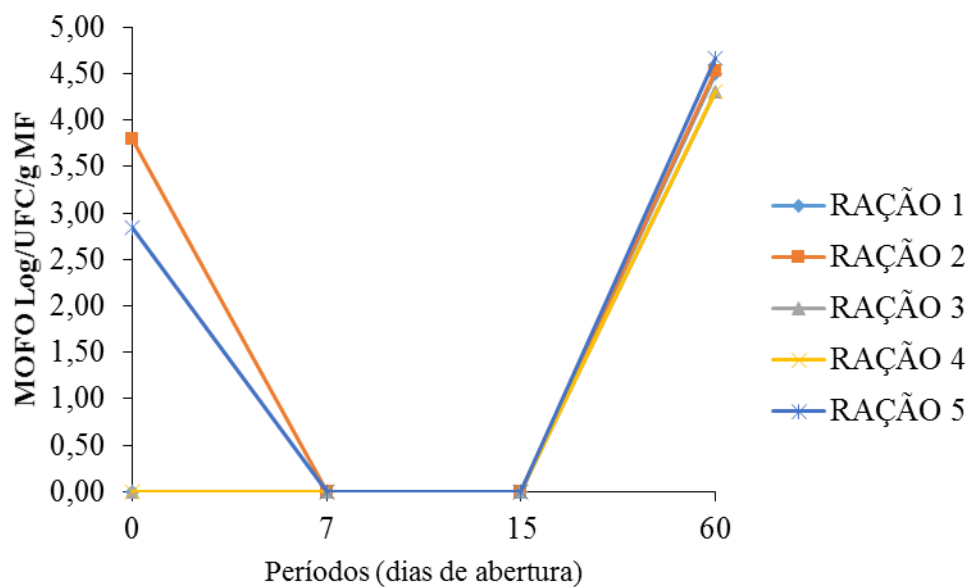


Figura 4 – Contagem de mofos (MOFO) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação

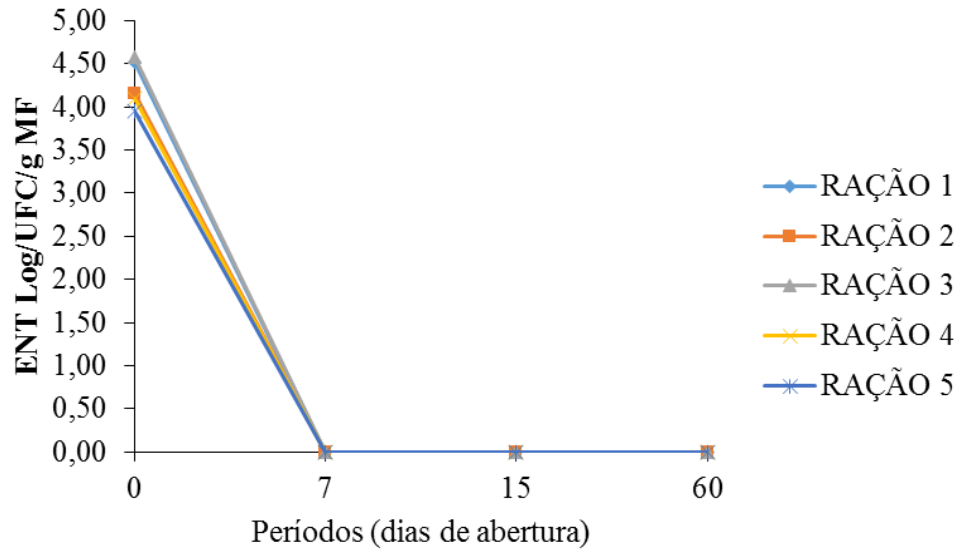


Figura 5 – Contagem de enterobactérias (ENT) das silagens de palma na forma de ração completa em função dos períodos de fermentação

A redução nos valores de ENT ocorreu devido ao rápido crescimento de BAL. Uma vez que estes grupos microbianos competem entre si, normalmente sua população tende a diminuir quando a população de BAL aumenta, isto ocorre devido às características da massa ensilada e os processos subsequentes à fermentação. Tal fato é comumente relatado na literatura. Pinho et al. (2013) estudando silagens de capim buffel sob diferentes intensidades de corte, relatam diminuição no crescimento de ENT em relação ao de BAL, não sendo identificadas a partir de 15 dias de ensilagem.

5 CONCLUSÕES

Silagens na forma de ração completa à base de palma forrageira com farelo de trigo em substituição ao capim aruana apresentam valores adequados relacionado à parâmetros microbiológicos, não alterando a composição química, com perdas reduzidas, podendo ser caracterizadas como silagens de boa qualidade, sendo necessário uma avaliação das condições do sistema de produção para uma adequada indicação.

REFERÊNCIAS

- ABIDI, S., Ben Salem, H., Nefzaoui, A., et al. Silage composed of Opuntia Ficus-Indica F. Inermis cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for Barbarine lamb. In: **VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal** 995. p. 297-301. 2010.
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.
- ANDRADE, D. K. B.; WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A.; et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (Opuntia fícus-indica Mill) em substituição à silagem de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2088- 2097, 2002.
- ANDRADE, S. J. T.; MELOTTI, L. feito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (Pennisetum purpureum, Schum) **Brazilian Journ al of Veterinary Research and Animal Science**, 41: 409-415, 2004.
- A.O.A.C. (1990): **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition, Washington DC, U.S.A.
- ARAÚJO, P.R.B. et al. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1850-1857, 2004.
- ARAÚJO, S.M.S de. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**. Ano, v. 5, 2011.
- ÁVILA, C.L.S; PINTO, J. C., TAVARES, V. B., et al. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2006.
- BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R. et al. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.
- CÂNDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. et al. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. **Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas**, 2005.

CORREIA, R.C.; KIILL, L.H.P.; MOURA, M.S.B. et al. A região semiárida brasileira. **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. EMBRAPA. 2011. p. 1-28

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.

CÜREK, M.; ÖZEN, N.; Feed value of cactus and cactus silage. Turkish **Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 633-639, 2004.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214p.

DA SILVA, C.C.F; SANTOS, L.C. Palma Forrageira (*Opuntia Fícus-Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

DA SILVA, R.R; Andrade Ferreira, M., Vêras, A. S. C; et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. v29i3. 569. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 317-324, 2007.

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

EVANGELISTA, A. R., ABREU, J. G. D., AMARAL, P. N. C. D., Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha stapf* cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 443-449, 2015.

FERREIRA, J. J.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A., et al. Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e do sorgo. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 405-428, 2001.

FREITAS, A. Sistema de alimentação unifeed: rações completas. Universidade de Évora, Departamento de Zootecnia, **ZOO - Publicações - Artigos em Revistas Nacionais Sem Arbitragem Científica**, 2008.

GERDES, L.; MATOS, H.N.; WERNER, J.C. et al. Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-aruaana exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1098-1108, 2005.

GOYCOOLEA, F.M.; CÁRDENAS, A. Pectins from *Opuntia* spp.: a short review. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 5, n. 1, p. 17-29, 2003.

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

GUSHA, J.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. et al.. The nutritional composition and acceptability of cacti (*Opuntia ficus indica*) - legume mixed silage. **Online Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 2, p. 116-120, 2013.

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.

JOBIM, C.C. et al. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: REIS, R.A. et al., Eds. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1.ed. Jaboticabal, Gráfica Multipress, 2013. p.649-660.

KOMALASARI, K.; ASTUTI, D. A., WIDYASTUTI, Y et al. Rumen Fermentation and Milk Quality of Dairy Cows Fed Complete Feed Silages. **Media Peternakan**, v. 37, n. 1, p. 38, 2014.

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.

MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.3, p.711-720, 2012.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas** ISBN 978-85-64265-01-1. 2011

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

MCITEKA, H. **Fermentation Characteristics and Nutritional Value of *Opuntia ficus-indica* var. *Fusicaulis* Cladode Silage**. Tese de Doutorado. University of the Free State. Bloemfontein. 2008.

MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier. **Braz J Vet Res Anim Sci**, v. 41, p. 6, 2004.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2001, Lavras, **Anais**. Lavras: UFLA / FAEP, 2001. p. 35 - 36.

MOKOBOKI, K.; SEBOLA, N.; MATLABE, G. et al. 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.; et al. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, p.347-352, 2011

NEGRÃO, F.M; ZANINE, A.D.M; SOUZA, A.L.D. et al. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim "Brachiaria decumbens" com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, 2016.

NISHINO, N.; HATTORI, H.; Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage inoculated with and without homofermentative or heterofermentative lactic acid bacteria. **J Sci Food Agric** 87:2420–2426, 2007.

NOGUEIRA, M.S. et al. Ensilagem de palma forrageira. In: SANTOS, E.M. et al. Eds. **Ensilagem de plantas forrageiras para o semiárido**. ed. São Luís, EDUFMA, 2016. p.249-271.

OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. **JARQ** 36 (2) 59 – 71 (2002).

OWEN, F. G.; HOWARD, W. T. Effect of ration moisture level on value of alfalfa plus cracked corn as a complete-feed silage for lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 48, n. 10, p. 1310-1314, 1965.

PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and silage. **Journal of Food Science and Agriculture**, v.17, n.6, p.264-268, 1966.

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P.D., et al. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 12, p. 850-856, 2013.

RAMOS, J.P.F. Crescimento vegetativo e produtividade da palma forrageira em função do manejo de colheita e da adubação orgânica. 2012. 57 p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** Programa de pós-graduação em Zootecnia Universidade Federal da Paraíba. 2012

RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A. et al. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **Revista eletrônica de Veterinária** - ISSN 1695-7504. 2015

RAMOS, J.P.F; LEITE, M. L. D. M. V.; JUNIOR, S.O.; et al. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

SANTOS, D.C dos, et al. Usos e aplicações da Palma Forrageira. In: LOPES, E.B. **Palma Forrageira: cultivo uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012. p. 99-150.

SANTOS, E.M; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, 2006, p. 32-45.

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

SAS USER's GUIDE: Statistics. 6" ed. Cary. **SAS Institute**, p. 846, 2008.

SIQUEIRA, G. R., REIS, R. A., SCHOCKEN-ITURRINO, R. P., et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6 p. 2000-2009, 2007.

TRACHTENBERG, S.; MAYER, A.M. Composition and properties of Opuntia ficus-indica mucilage. **Phytochemistry**, v. 20, n. 12, p. 2665-2668, 1981.

WANDERLEY, W.L; FERREIRA, M. D. A., ANDRADE, D. D., et al. Palma forrageira (Opuntia ficus indica Mill) em substituição à silagem de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984.

XU, C. CAI, Y., MORIYA, N et al. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, n. 3, p. 228-238, 2007.

XU, C.; CAI, Y., ZHANG, J et al. Feeding value of total mixed ration silage with spent mushroom substrate. **Animal Science Journal**, v. 81, n. 2, p. 194-198, 2010.

XU, C. C.; CAI, Y.; ZHANG, J. G.; OGAWA, M.; Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter J. **Anim. Sci.** 85:1024–1029, 2014.

ZANELLA, M.E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.