



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

GILBERTO DE CARVALHO SOBRAL

**QUALIDADE FERMENTATIVA DE SILAGENS DE MILHO SEM ESPIGA
ADITIVADA COM PALMA FORRAGEIRA E SEU USO EM DIETAS NA
TERMINAÇÃO DE OVINOS**

AREIA

2022

GILBERTO DE CARVALHO SOBRAL

**QUALIDADE FERMENTATIVA DE SILAGENS DE MILHO SEM ESPIGA
ADITIVADA COM PALMA FORRAGEIRA E SEU USO EM DIETAS NA
TERMINAÇÃO DE OVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba como requisito final para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira (CCA/UFPB)

Coorientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos (CCA/UFPB)

Coorientador: Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo (Embrapa Semiárido)

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S677q Sobral, Gilberto de Carvalho.

Qualidade fermentativa de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira e seu uso em dietas na terminação de ovinos / Gilberto de Carvalho Sobral. - Areia, 2022.

71 f. : il.

Orientação: Juliana Silva de Oliveira.

Coorientação: Edson Mauro Santos, Gherman Garcia Leal de Araújo.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/Campus II.

1. Zootecnia. 2. Digestibilidade. 3. Ensilagem. 4. Opuntia sp. 5. Ruminantes. 6. Zea mays. I. Oliveira, Juliana Silva de. II. Santos, Edson Mauro. III. Araújo, Gherman Garcia Leal de. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636(043.3)

GILBERTO DE CARVALHO SOBRAL

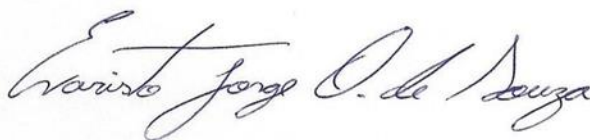
**QUALIDADE FERMENTATIVA DE SILAGENS DE MILHO SEM ESPIGA
ADITIVADA COM PALMA FORRAGEIRA E SEU USO EM DIETAS NA
TERMINAÇÃO DE OVINOS**

Dissertação Aprovado pela Comissão Examinadora em: **14 de março de 2022**

Comissão Examinadora:



Profª. Drª. Juliana Silva de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Zootecnia/CCA



Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia/UAST



Dr. Fleming Sena Campos
Embrapa Semiárido
Petrolina – PE

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GILBERTO DE CARVALHO SOBRAL, filho de Gilberto Bezerra Sobral (*in memoriam*) e Águida Lúcia Carvalho Sobral, nasceu em 23 de novembro de 1995 em Arcoverde, Pernambuco.

No ano de 2014 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE/UAST, obtendo o título de Zootecnista em setembro de 2019. Durante a graduação foi estagiário do Setor de Ruminantes da UFRPE/UAST de 2016 até 2019, atuando como bolsista voluntário de iniciação científica (2016-2017) PIC – CNPq, concentrando estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes no Semiárido.

Realizou o Estágio Supervisionado Obrigatório - ESO para obtenção do título de Zootecnista no confinamento comercial de bovinos de corte pertencente ao Grupo Mantiqueira, na Fazenda Guaicuí, Várzea da Palma, Minas Gerais.

Em fevereiro de 2020, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba – Campus II, com área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes. Em março de 2022, submeteu-se a defesa de dissertação para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

Dedicatória

À Deus, à minha família, em especial ao meu pai Gilberto Bezerra Sobral (in memoriam) e à minha mãe Águida Lúcia de Carvalho Sobral e aos meus amigos que sempre acreditaram em mim!

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por sempre ter me dado forças e capacitado para continuar em frente apesar das adversidades e por ter me honrado com tudo aquilo que eu almejei e lutei para conquistar. Muito obrigado meu Senhor!

À minha mãe Águida Lúcia Carvalho Sobral, exemplo de mulher guerreira que desde os meus 15 anos assumiu também o papel de pai, serei eternamente grato pelo apoio incondicional em todos os momentos em que eu precisei, pelo amor puro e sincero, por todo cuidado, pelas orações e pela motivação a ir em busca dos meus sonhos.

Ao pai Gilberto Bezerra Sobral (*in memoriam*), meu eterno melhor amigo, aquele que sempre foi meu espelho de homem. Aquele que sempre me inspira a ser alguém melhor como homem e ser humano todos os dias, meu exemplo de perseverança, caráter e honra. Muita saudade meu pai!!

À minha família por mesmo de longe sempre torcendo mim e desejando o melhor para mim, em especial à minha irmã Gilma Sobral, minha tia Lourdinha Sobral, meus sobrinhos/irmãos Kennedy Sobral e Gustavo Sobral, ao meu cunhado Edmilson. E a todos da minha família que sempre me incentivaram e acreditaram em mim, meu muito obrigado!!

À Universidade Federal da Paraíba, especialmente ao Departamento de Zootecnia – DZ e o Programa de Pós-graduação em Zootecnia – PPGZ, pela oportunidade de realizar o mestrado e aprender com os melhores professores.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a minha formação.

À minha orientadora Prof^a Dra. Juliana Silva de Oliveira, pela oportunidade e disposição na orientação, por todos os ensinamentos, pelos conselhos, por todo o carinho e amizade, pelo acolhimento ao chegar na casa da senhora, por acreditar em mim e me apoiar quando eu mais precisei, muitas vezes excedendo o papel de orientadora e assumindo o papel de “mãe” com todos os seus orientados, serei sempre grato por tudo, professora!!

Ao meu coorientador Prof. Dr. Edson Mauro Santos, por todos os ensinamentos, pelos conselhos, por sempre acreditar em mim e me motivar a ir mais além, pelas oportunidades que o senhor me deu, pela amizade construída e pelo apoio no momento que eu mais precisei. Um exemplo de profissional e principalmente de homem para todos aqueles que tem o privilégio de conviver e aprender com o senhor. Meu muito obrigado por tudo!

Ao meu coorientador Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo pelas contribuições e ensinamentos repassados para melhoria do meu trabalho.

À banca avaliadora composta pelo Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza – UFRPE e o Dr. Fleming Sena Campos pela disponibilidade em participar da banca e pelas contribuições feitas para melhoria do meu trabalho.

Ao Instituto Nacional do Semiárido – INSA, pela oportunidade de realizar minhas análises laboratoriais tornando possível a conclusão do meu trabalho, em especial ao meu amigo Romildo Neves, pelo apoio e ensinamento durante o período de análise, sempre disponível e atencioso.

Ao Grupo de Estudo em Forragicultura – GEF, uma família que me acolheu no primeiro momento que entrei no Laboratório de Forragicultura, serei eternamente grato pela ajuda durante os momentos de trabalho e pela alegria nos momentos de descontração, em especial meu muito obrigado à: Guilherme Medeiros, Alyne Coutinho, Paloma Gabriela, Paulo Júnior, Nelquides Viana, Diego “painho” Francisco, Yohana Rosaly, Danillo Marte, Hactus Souto, Gabriel Ferreira, Rafael Lopes, Antoniel Florêncio, Liliane Santana, Daiane Gonçalves, Evandra Justino, Arinaldo Fernandes e Mauricio Azevedo.

Aos amigos Danillo Marte e Hactus Souto pela ajuda nas análises e paciência para ensinar a interpretação dos dados estatísticos.

Ao meu grande amigo e irmão Dr. Francisco Naysson, o “cabra” mais valente de Taperoá. Muito obrigado por toda o apoio no meu trabalho do início ao fim, por sempre me motivar e acreditar que eu sou capaz e pelos momentos de alegria compartilhados. Nunca mediu esforços para ajudar não só a mim, mas todos aqueles que precisaram. Você é o cara, Dr. Sou seu fã e serei sempre grato por tudo!

Ao meu grande amigo e irmão Diego Sousa, um grande parceiro que tive o privilégio de conhecer. Amigo para todas as horas, sempre disposto a topar qualquer parada. Foi muito bom poder conviver com você durante um bom tempo em vários experimentos, sempre trabalhando e se divertindo. Serei sempre grato por tudo meu amigo e estaremos sempre juntos, que nem João Grilo e Chicó!!

À melhor equipe de trabalho que eu poderia ter, Os Caba da Firma. Sempre que houver um experimento para realizar, esses caras estarão sempre prontos, não importa “onde”, “como” e “quando”: Diego Sousa, Francisco Naysson, Paulo Júnior, Diego “painho” Francisco, Túlio Montenegro, Nelquides Viana, Arinaldo Fernandes, John Ygor, Lázaro Matheus e João Paulo.

À Família Viana por abrir as portas da sua casa e me receber da melhor forma possível, sempre me fazendo se sentir em casa e como um membro da família. Meu muito obrigado ao Seu Nivaldo por todo os momentos de descontração e ajuda sempre que necessário e a Dona Ângela pelo acolhimento em sua casa, sempre atenciosa e carinhosa, dois seres humanos especiais. Aos meus amigos Nelquides, Melk e João Pedro. À Mariângela e Babá. As meninas Lara e Dora. E ao meu eterno amigo que partiu deixando saudades Nathan (*in memoriam*). Meu total respeito e minha eterna gratidão a essa família!!

À Família Cavalcante por abrir as portas da sua casa e permitir a realização do meu experimento, em especial ao Seu Zé Marcos, sua esposa Deane e seu filho João Marcos. Aos amigos Josebel, Joabe e Felipe pela ajuda sempre que precisei e pelas conversas descontraídas durante o manejo.

Aos amigos que fiz na cidade de São José dos Cordeiros - PB e pelos bons momentos vividos nessa cidade que tenho um carinho especial.

E a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram a tornar esse sonho possível, não foi fácil até chegar aqui, mas se eu não desisti é porque eu nunca estive só. Se todas as batalhas foram divididas com aqueles que me ajudaram ao longo da jornada, que os créditos do êxito da vitória também sejam. Meu muito obrigado a todos e que Deus sempre abençoe cada um de vocês!!

“Não é o crítico que importa; nem aquele que aponta como o homem forte tropeça, ou onde o realizador das proezas poderia ter feito melhor. Todo o crédito pertence ao homem que encontra-se de fato na arena, cuja face está arruinada pela poeira, pelo suor e pelo sangue; aquele que luta valentia; aquele que erra e tenta de novo e de novo, aquele que conhece o grande entusiasmo, a grande devoção e se consome em uma causa justa, aquele que ao menos conhece, ao fim, o triunfo de sua realização, e aquele que na pior das hipóteses, se falhar, ao menos falhará agindo excepcionalmente, de modo que seu lugar jamais será com àquelas almas frias e tímidas que não conhecem nem vitória e nem derrota.”

The Man in the Arena

Theodore Roosevelt

SUMÁRIO

Páginas

1.	INTRODUÇÃO	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Uso de silagens em dietas para terminação de ovinos	18
2.2	Silagem de milho sem espiga	20
2.3	Palma forrageira: características e uso como silagens	23
3.	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Experimento 1 – Perfil fermentativo, populações microbianas, estabilidade aeróbia, perdas na ensilagem e características bromatológicas	28
3.1.1	Local do experimento.....	28
3.1.2	Período experimental, tratamentos e delineamento experimental.....	28
3.1.3	Análises laboratoriais	29
3.2	Experimento 2 – Desempenho animal	31
3.2.1	Local do experimento	31
3.2.2	Período experimental, tratamentos e delineamento experimental	31
3.3	Manejo nutricional.....	33
3.4	Comportamento ingestivo.....	34
3.5	Consumo e Digestibilidade dos nutrientes e análises químico-bromatológicas	35
3.6	Determinação do desempenho animal	37
3.7	Delineamento experimental e Análise estatística	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.	CONCLUSÃO	56
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

% – porcentagem

‘ – grau em minutos

“ – grau em segundos

± - mais ou menos

® – marca registrada

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

BAL – bactérias ácido lácticas

CA – conversão alimentar

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCA – Centro de Ciências Agrárias

CD – coeficiente de digestibilidade

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CFDN – consumo de fibra em detergente neutro

CHOs – carboidratos solúveis

CMS – consumo de matéria seca

CNF – carboidratos não fibrosos

CT – carboidratos totais

DIC – delineamento inteiramente casualizado

Dr. – doutor

Dra. – doutora

DZ – Departamento de Zootecnia

EALfdn – eficiência da alimentação da fibra em detergente neutro

EALms – eficiência da alimentação da matéria seca

EE – extrato etéreo

EPM – erro padrão da média

ERUfdn – eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro

ERUms – eficiência de ruminação da matéria seca

EUA – Estados Unidos da América

FDA – fibra em detergente ácido

FDN – fibra em detergente neutro

FDNi – fibra em detergente neutro indigestível

FM – farelo de milho
FS – farelo de soja
g – gramas
GEF – Grupo de Estudos em Forragicultura
GMD – ganho médio diário
GPT – ganho de peso total
ha – hectares
INSA – Instituto Nacional do Semiárido
kg – quilogramas
km – quilômetros
MFa – massa de forragem na abertura
MFf – massa de forragem na ensilagem
MFSf – matéria seca da forragem na ensilagem
min - minutos
mL – milímetros
ML – mofo e leveduras
MM – matéria mineral
mm – milímetros
MN – matéria natural
MRS – Man, Rogosa e Sharpe
MS – matéria seca
MSa – teor de matéria seca na abertura
MSf – teor de matéria seca na ensilagem
N – nitrogênio
NDT – nutrientes digestíveis totais
N-NH₃ – nitrogênio amoniacal
Nº - número
NRC – National Research Council
°C – graus celsius
PB – Paraíba
PB – proteína bruta
PCF – peso corporal final
PCI – peso corporal inicial

PE – perdas por efluentes
PF – palma forrageira
PG – perdas por gases
pH – potencial hidrogeniônico
PMSE – planta de milho sem espiga
PMSF – produção de matéria seca fecal
PPGZ – Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Prof. – professor
Prof^a – professora
PSA – peso do silo na abertura
PSF – peso do silo na ensilagem
P-valor – valor de significância
PVC – policlorito de vinela
R² - coeficiente de determinação
RMS – recuperação da matéria seca
S – peso do silo
SAa – peso do silo vazio + areia na ensilagem
SAf – peso do silo vazio + areia na abertura
SAS – Statistical Analysis System
SMSE – silagem de milho sem espiga
t – toneladas
TA – torta de algodão
TAL – tempo de alimentação total
TMT – tempo de mastigação total
TNT – tecido não tecido
TRU – tempo de ruminação
UAST – Unidade Acadêmica de Serra Talhada
UFC – unidades formadoras de colônias
UFMA – Universidade Federal do Maranhão
UFPB – Universidade Federal da Paraíba

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na composição das dietas experimentais com base na matéria seca.....	33
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais utilizadas em ovinos confinados alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira com base na matéria seca.	34
Tabela 3. Composição bromatológica da silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.	38
Tabela 4. Perfil fermentativo da silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.	41
Tabela 5. Perdas e recuperação da matéria seca da silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.	42
Tabela 6. Contagem microbiológica de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.	45
Tabela 7. Concentração de ácidos orgânicos ($\text{g kg}^{-1}\text{ms}$) das silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.....	49
Tabela 8. Ingestão de água, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.	51
Tabela 9. Desempenho de ovinos confinados alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.....	53
Tabela 10. Comportamento ingestivo, eficiências de alimentação e ruminação e tempo de mastigação total de ovinos alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estabilidade aeróbia de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.....	47
---	----

QUALIDADE FERMENTATIVA DE SILAGENS DE MILHO SEM ESPIGA ADITIVADA COM PALMA FORRAGEIRA E SEU USO EM DIETAS NA TERMINAÇÃO DE OVINOS

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de palma forrageira como aditivo na confecção de silagens de milho sem espiga, por meio da qualidade fermentativa e desempenho de ovinos em terminação. Visando atingir os objetivos, realizaram-se dois experimentos. No experimento I – foram avaliados níveis de inclusão de palma forrageira como aditivo sobre o perfil fermentativo, populações microbianas, estabilidade aeróbia e composição bromatológica das silagens. O delineamento foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos: 0, 10, 20 e 40% níveis de palma forrageira na matéria natural, com cinco repetições por tratamento. No experimento II – foi avaliado o potencial de três silagens a base de milho sem espiga aditivadas com palma forrageira em dietas para terminação de ovinos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três tratamentos: 1) silagem de milho sem espiga; 2) 90% de silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira e 3) 80% silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma com base na matéria natural. As variáveis analisadas foram: consumo de matéria seca, ingestão de água, desempenho produtivo, digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e eficiência de alimentação e ruminação. Com relação ao experimento I, a composição bromatológica da silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira apresentou efeito linear decrescente para a MS ($P=0.001$) e EE ($P=0.006$) e efeito quadrático para a MO ($P=0.001$), MM ($P=0.001$) e PB ($P=0.002$). Para o efeito fermentativo foi observado efeito quadrático para o pH ($P=0.005$) e CHOs ($P=0.049$). Também foi observado efeito quadrático para as PG ($P=0.035$) e RMS ($P=0.0057$) e efeito linear crescente para PE ($P=0.0171$). Com relação a contagem microbiológica foi observado efeito linear decrescente para BAL ($P=0.030$) e efeito quadrático para ML ($P=0.001$). A inclusão da palma forrageira também resultou em um aumento na estabilidade aeróbia, onde o nível de 20% apresentou uma quebra de estabilidade após 96 horas e com 40% não houve quebra de estabilidade após 120 horas de exposição ao ar. Para a concentração de ácido orgânicos houve efeito quadrático para AL ($P=0.001$) e AA ($P=0.001$) e efeito linear decrescente para a relação AL:AA ($P=0.001$). Para o experimento II, houve efeito significativo para os consumos de MS ($P=0.0201$), MO ($P=0.0152$), EE ($P=0.0001$), CNF ($P=0.0007$), CEM ($P=0.0289$). Também foi observado efeito significativo para ingestão de água via alimento ($P=0.0001$) e água via bebedouro ($P=0.0019$). Para a digestibilidade dos nutrientes, apenas MO ($P=0.0187$), EE ($P=0.0095$), FDN ($P=0.0005$), CNF ($P=0.0001$) e EM ($P=0.0001$) apresentaram efeito significativo. Houve efeito significativo para as variáveis de desempenho GPT ($P=0.0148$), GMD ($P=0.0148$), CA ($P=0.0229$) e EA ($P=0.0137$). Para os dados de comportamento ingestivo houve efeito significativo para a variável ruminando ($P=0.0143$) e para a eficiência de ruminação da MS ($P=0.0111$) e FDN ($P=0.0013$). Dessa forma, recomenda-se a inclusão de 20% de palma forrageira na matéria natural como aditivo na ensilagem da planta de milho sem espiga melhorando a sua qualidade fermentativa, bem como a sua estabilidade aeróbia e o seu uso na alimentação de ovinos em terminação não compromete o desempenho, além de reduzir a ingestão de água via bebedouro, suprimindo parte da necessidade hídrica dos animais via alimento, ponto de extrema relevância em regiões semiáridas.

Palavras-chave: digestibilidade; ensilagem; *Opuntia sp.*; ruminantes; *Zea mays*

FERMENTATIVE QUALITY OF CORN SILAGES WITHOUT THE COB ADDED WITH FORAGE PALM AND ITS USE IN DIETS IN SHEEP FINISHING

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of the inclusion of forage cactus as an additive in the preparation of corn stover silage, through the fermentation quality and performance of finishing sheep. In order to achieve the objectives, two experiments were carried out. In experiment I – levels of inclusion of forage cactus as an additive were evaluated on the fermentative profile, microbial populations, aerobic stability and chemical composition of the silages. The design was completely randomized with four treatments: 0, 10, 20 and 40% forage cactus levels in natural matter, with five replications per treatment. In experiment II – the potential of three cornstover silage added with forage cactus in diets for finishing sheep was evaluated. The experimental design was completely randomized with three treatments: 1) cornstover silage; 2) 90% cornstover silage + 10% forage cactus and 3) 80% cornstover silage + 20% cactus based on natural matter. The variables analyzed were: dry matter intake, water intake, productive performance, nutrient digestibility, ingestive behavior and feeding and rumination efficiency. With regard to experiment I, the bromatological composition of corn silage without the cob added with cactus pear levels showed a decreasing linear effect for DM ($P=0.001$) and EE ($P=0.006$) and a quadratic effect for OM ($P=0.001$), MM ($P=0.001$) and PB ($P=0.002$). For the fermentative effect, a quadratic effect was observed for pH ($P=0.005$) and CHOs ($P=0.049$). A quadratic effect was also observed for PG ($P=0.035$) and RMS ($P=0.0057$) and an increasing linear effect for PE ($P=0.0171$). Regarding the microbiological count, a decreasing linear effect was observed for BAL ($P=0.030$) and a quadratic effect for ML ($P=0.001$). The inclusion of cactus pear also resulted in an increase in aerobic stability, where the 20% level showed a stability break after 96 hours and with 40% there was no stability break after 120 hours of exposure to air. For the organic acid concentration, there was a quadratic effect for AL ($P=0.001$) and AA ($P=0.001$) and a decreasing linear effect for the AL:AA ratio ($P=0.001$). For experiment II, there was a significant effect for DM ($P=0.0201$), MO ($P=0.0152$), EE ($P=0.0001$), CNF ($P=0.0007$), MEC ($P=0.0289$) intakes. A significant effect was also observed for water intake via food ($P=0.0001$) and water via drinker ($P=0.0019$). For nutrient digestibility, only MO ($P=0.0187$), EE ($P=0.0095$), NDF ($P=0.0005$), CNF ($P=0.0001$) and EM ($P=0.0001$) showed a significant effect. There was a significant effect for the performance variables GPT ($P=0.0148$), ADG ($P=0.0148$), CA ($P=0.0229$) and EA ($P=0.0137$). For the ingestive behavior data, there was a significant effect for the ruminating variable ($P=0.0143$) and for the rumination efficiency of MS ($P=0.0111$) and NDF ($P=0.0013$). Thus, it is recommended to include 20% of forage cactus in the natural material as an additive in the silage of the corn stover plant improving its fermentative quality as well as its aerobic stability and its use in the feeding of finishing sheep does not compromise performance, in addition to reducing water intake via drinking fountain, supplying part of the animals' water needs via food, a point of extreme relevance in semi-arid regions.

Keywords: digestibility; silage; *Opuntia* sp; ruminants; *Zea mays*

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos de colheita como fonte de fibra em dietas para ruminantes criados de forma intensiva/confinados tem se tornado muito comum (ARTIOLI *et al.*, 2015; MUHAMMAD *et al.*, 2016). Nesse sentido, devido à alta produção de milho, a silagem de milho sem espiga tornou-se um subproduto de extrema relevância na alimentação animal, podendo se tornar uma excelente fonte de forragem devido a sua alta produção, baixo custo, facilidade na colheita e grande disponibilidade (MENARDO *et al.*, 2015).

A silagem de milho é a mais comumente utilizada na produção de ruminantes e é considerada referência, em virtude dos adequados teores de carboidratos solúveis encontrados na planta e elevada produção por hectare, o que favorece uma boa fermentação quando a planta é ensilada de maneira adequada, promovendo a conservação de um alimento de alto valor nutritivo, de fácil preparo e de grande aceitação pelos animais (FERRARETTO, SHAVER e LUCK, 2018). Porém, devido ao alto valor agregado na venda do milho grão para consumo humano ou animal, muitos produtores de milho retiram a espiga para comercialização e utilizam o resíduo da colheita na alimentação de ruminantes, assim, devido à ausência das espigas, a qualidade nutricional da silagem diminui em virtude das características energéticas do grão, podendo resultar em redução no desempenho animal.

Além disso, o período utilizado na colheita do milho grão é mais tardio que para a ensilagem da planta de milho, ocasionando maior acúmulo de carboidratos fibrosos e uma menor quantidade de carboidratos não fibrosos na estrutura da planta (RIDWAN *et al.*, 2015). Isso resulta em um material de baixo valor energético e com alto teor de matéria seca que prejudica a compactação do material ensilado, permitindo uma maior presença de oxigênio no silo, prolongando o tempo de respiração da planta (RIDWAN *et al.*, 2015), e consequentemente diminuindo ainda mais a concentração de carboidratos solúveis no material ensilado, interferindo negativamente no valor nutricional da silagem.

Diante disso, uma alternativa viável para melhorar o valor nutricional das silagens de milho sem espigas seria a utilização da palma forrageira como um aditivo durante a ensilagem, pois apresenta características que podem melhorar o processo fermentativo dentro do silo, como aumentar o teor de carboidratos solúveis e corrigir o teor de matéria seca da massa ensilada (LOPES *et al.*, 2017).

A palma se destaca por suas características nutricionais, por meio das quais sua utilização na alimentação animal não se limita apenas a forma *in natura*, como também na forma de silagem ou como aditivo. Em regiões semiáridas, a palma forrageira em silagens

tem se tornado cada vez mais comum e vários estudos evidenciaram os seus benefícios, principalmente relacionados ao aproveitamento de subprodutos, melhorias na qualidade do material ensilado, como melhoria na produção de ácido acético, controlando as populações de leveduras durante a fermentação e após dos silos e melhorando a estabilidade aeróbia das silagens (PEREIRA *et al.*, 2020; BRITO *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2021a; SILVA *et al.*, 2021b).

Dessa forma, a inclusão estratégica da palma na silagem de milho sem espiga pode inibir mofos e levedura, bem como melhorar a sua estabilidade aeróbia, além de ocasionar um incremento no seu valor nutricional, assegurando o fornecimento de um alimento de melhor qualidade que irá resultar no desempenho animal satisfatório.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de palma forrageira como aditivo na confecção de silagens de milho sem espiga, por meio da qualidade fermentativa e desempenho de ovinos em terminação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de silagens em dietas para terminação de ovinos

A grande variação na disponibilidade de forragem ao longo do ano na região Nordeste, sobretudo na parte semiárida, em virtude da irregularidade pluviométrica que ocorre na região, afeta diretamente o desempenho dos animais e reflete em baixos índices produtivos dos rebanhos em função da carência nutricional que os animais são submetidos (PEREIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017; GOIS *et al.*, 2017). Com base nisso, Oliveira *et al.* (2015) ressaltam que a conservação do excedente de forragem do período chuvoso em forma de silagem também é uma realidade em regiões semiáridas como alternativa para minimizar os impactos da seca e garantir o desempenho produtivo do rebanho.

Grande parte dos sistemas de criação e produção de ovinos no Brasil tem como base alimentar as pastagens, nas quais aproximadamente 70% apresentam algum grau de degradação (DIAS-FILHO, 2011). Diante disso, Voltolini *et al.*, (2011) ressaltam que essas condições impactam diretamente nos índices zootécnicos e na rentabilidade do sistema, se fazendo necessário estratégias que possam melhorar esse cenário. Voltolini *et al.*, (2009) e Otoni *et al.*, (2015) enfatizam que o fornecimento adequado de nutrientes de forma que atenda as exigências nutricionais do rebanho se torna fundamental na melhoria e manutenção dos sistemas de produção.

Segundo Sardi *et al.* (2012), a ovinocultura se destaca como uma atividade de grande importância para a região Nordeste, isso se deve as características desses animais em resistir ao clima quente e seco da região e a baixa disponibilidade de alimento no período da seca. No entanto, apesar das dificuldades, essa exploração pode ser lucrativa devido à crescente demanda por alimentos saudáveis e a preferência por um alimento de proteína nobre com menores teores de colesterol, gorduras saturadas e calorias (COSTA *et al.*, 2008).

De acordo com Figueiredo *et al.* (2009) e Viana *et al.* (2015), embora o crescimento e a disseminação da produção de ovinos de corte no Brasil sejam visíveis nos últimos anos devido ao aumento de renda da população, a ampla possibilidade de comercialização da carne, além de servir como mais uma alternativa ao mercado de carnes, ela ainda não consegue atender a demanda interna, tal cenário exige que os produtores adotem sistemas de produção capazes de atender a demanda com produtos de qualidade (SOUSA *et al.* 2011). Nesse sentido, o sistema intensivo de criação ou confinamentos, pode ser uma alternativa estratégica para otimizar essa produção, por melhorar o desempenho animal em curto tempo, requerendo um menor espaço físico (MORA *et al.*, 2015).

A utilização de sistemas de confinamentos de ovinos apresenta-se como uma estratégia para reduzir o tempo de abate dos animais em virtude do rápido ganho de peso e aumento da rotatividade do sistema (ANDRADE *et al.*, 2014). Por outro lado, vários autores (CARVALHO *et al.*, 2017; ROGÉRIO *et al.* 2018) complementam que esse tipo de sistema apresenta outras vantagens, como: melhores condições sanitárias, contorno da problemática causada pela sazonalidade da produção de forragem, além de uma produção de carcaça uniforme e com maior rendimento ao longo do ano de modo que atenda a demanda do mercado.

No entanto, Cardoso (2008) ressalta que para um sistema intensivo de ovinos seja considerado economicamente viável, é essencial a utilização de uma dieta de baixo custo capaz de proporcionar um alto ganho de peso diário, uma baixa conversão alimentar, dessa forma, reduzindo o período de terminação e a margem atrativa de lucro.

Conforme relatado por Fontaneli *et al.*, (2009) e Prado (2010), em sistemas de criação de animais como os ruminantes, a alimentação deve ser a primeira preocupação do produtor, devendo ser levado em consideração a sazonalidade como um dos fatores de grande interferência na cadeia produtiva, uma vez que as variações climáticas ao longo do ano refletem na oferta de forragem acarretando em baixos níveis produtivos dos rebanhos em função da carência nutricional ao qual os animais são submetidos (SANTOS *et al.* 2017; GOIS *et al.* 2017).

Nesse sentido, com o objetivo de minimizar os impactos da variabilidade na produção de forragem e custo de produção durante o ano, o uso de plantas forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas da região Semiárida brasileira é uma alternativa comumente utilizada para solucionar os problemas de redução da escassez de forragem (ABIDI *et al.*, 2009a, ALMEIDA *et al.*, 2019).

2.2 Silagem de milho sem espiga

O processo de ensilagem corresponde a uma das técnicas de conservação de forragem mais utilizadas, a sua prática milenar, tendo como origem o Egito Antigo, e o seu destaque no processo de conservação está relacionado com a sua facilidade na realização e eficiência na conservação do valor nutricional da forragem (MACHADO *et al.*, 2012).

Fontaneli *et al.* (2009) relataram que o conceito de silagem é definido como a forragem úmida obtida após a planta inteira ou suas partes serem submetidas a um processo de fermentação anaeróbica durante um determinado período, convertendo os açúcares presentes em sua constituição em ácidos orgânicos, ocasionando a queda do pH e inibindo o surgimento de microrganismos indesejáveis. O uso eficiente da silagem na alimentação de ruminantes, especialmente em situações de baixa disponibilidade de forragem, dependendo da sua composição, pode ser excelente fonte de carboidratos, açúcares, fibras, proteínas e minerais (BOLSEN *et al.*, 1996; FONTANELI *et al.*, 2009; JAHANZAD *et al.*, 2016).

Segundo Paziani *et al.* (2009) para se obter uma silagem de excelente qualidade é imprescindível o uso de espécies forrageiras que apresentem características primordiais, como: grande produção de matéria seca, boa qualidade nutricional e um adequado perfil de fermentação. Dessa forma, o milho (*Zea mays*) é uma das forrageiras mais utilizadas a produção de silagem por atender todos esses requisitos (JÚNIOR *et al.*, 2017), além de sua facilidade no cultivo e na colheita (PEREIRA *et al.*, 2004).

Ferraretto, Shaver & Luck (2018) destacam que a silagem de milho é a silagem mais comumente utilizada na produção de ruminantes e é considerada referência, isso se deve aos seus adequados teores de carboidratos solúveis encontrados na planta e elevada produção por hectare, o que favorece uma boa fermentação quando a planta é ensilada de maneira adequada, promovendo a conservação de um alimento de alto valor nutritivo, de fácil preparo e de grande aceitação pelos animais.

Embora os grãos de milho representem de 35 – 40% da massa da silagem, nutricionalmente falando, eles são responsáveis por uma maior contribuição nutricional da

silagem de milho, correspondendo a cerca de 65% da energia, 25% da fibra em detergente neutro e cerca de 10% do conteúdo celular (MAHANNA, 2014).

Segundo dados da FAOSTAT (2017), a palhada de milho sem espiga é um dos resíduos de culturas de cereais que apresentam uma maior produção mundial, em torno de 1,13 bilhões de toneladas, dessa forma, demonstrando um potencial no uso como fonte alimentar para pecuária, bem como servindo como fonte de produção de biocombustível.

Devido as suas características, diversos estudos têm evidenciado que o resíduo de milho apresenta teores consideráveis de carboidratos solúveis em água e baixa capacidade tampão, o que se torna imprescindível no armazenamento em forma de silagem (McDonald *et al.*, 1991; Sun *et al.*, 2019). Além disso, Yang *et al.* (2016) corrobora que a comunidade epifítica presente no resíduo da cultura do milho também pode ser considerada um fator essencial para uma fermentação de qualidade.

Em países asiáticos, como a China e o Camboja, onde a produção do milho é extremamente elevada, e conseqüentemente, há um maior uso da palhada de milho, esse resíduo tem desempenhado um papel importante na alimentação de ruminantes (DEVANT *et al.*, 2015). Pen *et al.* (2009) e Mob *et al.* (2014) relatam que nessas regiões, há uma dependência desse tipo de recurso alimentar, pois a disponibilidade de alimentos é a restrição mais significativa na produção de gado, sobretudo no Camboja.

Juntamente com a soja, arroz e trigo, o milho corresponde a um dos principais grãos cultivados no mundo (SOLUGUREN, 2015; FAUSTINO *et al.*, 2020). No Brasil, esse grão apresenta uma maior demanda para alimentação animal, servindo como a principal fonte energética na formulação de rações para ruminantes (SANCHES *et al.*, 2018). Além do uso dos grãos, as partes vegetativas também são comumente utilizadas na produção de silagem, exercendo papel primordial na dieta de ruminantes, sobretudo em regiões semiáridas (ARTUZO *et al.*, 2019).

Segundo Paiva *et al.* (2012) a cultura do milho verde no Brasil tem uma produtividade média que varia de 9 a 15 toneladas de espiga empalhadas por hectares, dependendo da região. No entanto, os índices pluviométricos de regiões áridas e semiáridas acabam por afetar a sua produtividade, onde muitos agricultores focam na produção de milho para ensilagem durante o período de chuvas para garantir a alimentação dos animais no período de estiagem, correspondente sete a nove meses do ano (LIMA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2020).

De acordo com Lopes *et al.* (2019), no Semiárido Brasileiro, o milho mesmo não apresentando as condições mais favoráveis, apresenta uma boa produção e grande

importância socioeconômica e cultural. A parte semiárida do Nordeste brasileiro, no ano de 2020, apresentou uma safra de 6.873.918 toneladas de milho, correspondendo a uma alta de 5,4% com relação ao ano anterior (CARNEIRO, 2020).

Por questões culturais e de tradição, em regiões como o Nordeste, é comumente retirado as espigas de milho para o preparo de pratos típicos para consumo humano e comercialização dos mesmos (SANTOS *et al.*, 2009). No entanto, após a retirada da espiga do milho para consumo humano e o material restante da colheita na alimentação dos ruminantes em forma de silagem é uma prática bastante comum.

De acordo com Lima *et al.* (2007) e Marques (2010), a silagem de milho sem espiga pode ser uma alternativa viável na alimentação de animais ruminantes e pode proporcionar uma renda maior ao produtor, pela venda das espigas. Russel *et al.* (2011), Duckworth *et al.* (2014) e Chapple *et al.* (2015), complementam que o uso do resíduo da cultura do milho, principalmente em forma de dieta de ração total, tem se tornado uma alternativa alimentar viável para os animais, devido ao elevado preço do milho.

Nesse caso, o uso da planta deve ocorrer de duas a três semanas após a colheita do milho verde, pois durante esse período ainda ocorre o acúmulo de carboidratos no colmo por meio do processo fotossintético. Após essa fase, há um aumento no espessamento e lignificação da parede celular, diminuindo a qualidade nutricional do colmo (PEREIRA FILHO, 2002).

Avaliando a produção e qualidade de silagens de milho, Lavezzo (1997) verificou que a retirada das espigas reduziu as produções de matéria seca, o que já era esperado, tendo em vista a contribuição das espigas em relação a matéria seca da planta inteira. Os estudos realizados por Nekaghi (2007) e Lima *et al.* (2007) corroboram para essa afirmação e complementam mostrando que a ausência da espiga resulta em silagens com baixos teores de proteína bruta e matéria seca, respectivamente, sendo necessário em situações como essa aumentar o período de permanência da planta no campo para que o teor de matéria seca aumente.

Segundo Campos *et al.* (2012) com o avanço da idade das plantas há o consequente aumento da matéria seca, com isso recomenda-se que ao utilizar plantas jovens com baixo teor de matéria seca seja realizado o fornecimento *in natura*, ou caso seja preferencial a confecção de silagem se faz necessário o processo de emurchecimento, que consiste na retirada de água da planta ao sol após o corte, para se evitar problemas durante a ensilagem.

Contudo, é comum encontrar a utilização das plantas de milho após vários dias da colheita da espiga, onde além dos elevados teores de matéria seca e baixo teor de

carboidratos solúveis, o que acaba prejudicando o processo de ensilagem e a sua qualidade nutricional e fermentativa. Cruz *et al.* (2013) ressaltam que para se obter uma silagem de boa qualidade é necessário que o material que venha a ser ensilado possua teores de matéria seca de 30 – 35%, teores de carboidratos solúveis de 5 – 10% e baixo poder tampão.

Dessa forma, pode-se inferir que o uso da silagem de milho sem espiga apresenta grandes vantagens, do ponto de vista de aproveitamento da cultura para alimentação animal, no entanto, várias limitações para a ensilagem são observadas e faz-se necessário o emprego de aditivos para melhorar a qualidade fermentativa e nutricional dessas silagens.

2.3 Palma forrageira: características e uso como silagens

Dentre a grande variedade de plantas utilizadas como forrageira em regiões de semiárido, a palma é a que apresenta o uso mais amplo (MORAES *et al.*, 2012). De acordo com Silva & Santos (2006) embora não sejam nativas do Semiárido Nordeste, a facilidade no plantio e colheita dos cladódios, a boa adaptação as condições edafoclimáticas da região, aliado as altas produções de matéria natural por hectare, tornaram essa forrageira comumente cultivada em toda a região semiárida. Além disso, a palma forrageira (*Opuntia sp.*) e (*Nopalea sp.*) tem se tornado uma alternativa relevante em sistemas de produção em regiões áridas e semiáridas, por ser rica em água, mucilagem e possuir uma alta digestibilidade (SIQUEIRA *et al.*, 2018; CARDOSO *et al.*, 2019).

Nobel (2001) ressaltou que a palma para ter um rendimento favorável é necessário que a região onde venha a ser cultivada apresente algumas características climáticas específicas, como: índices pluviométricos de 400 – 800 mm anuais, umidade relativa do ar acima de 40% e temperatura diurna/noturna de 25 a 15°C.

Em estudos conduzidos por Araújo Júnior *et al.* (2021), os autores encontraram uma produção de palma forrageira de 20 a 30t/ha/ano de matéria seca em condição de sequeiro, onde quando comparado com a produção de milho, nas mesmas condições, Dubeux Júnior *et al.* (2015) relataram uma produção cerca de 2t/ha/ano de matéria seca, sendo cerca de 600kg em grãos e 1,4t em palha. Também em condições de sequeiro, Sales *et al.* (2013) obtiveram uma produção de 35t/ha de matéria verde com o primeiro corte em 710 dias. No entanto, em situações em que se é possível irrigar a palma, mesmo com uma quantidade mínima de lâmina de água, a palma pode apresentar elevados índices produtivos, cerca de 250 – 300t/ha de matéria verde, ou cerca de 30t/ha/ de matéria seca, com uma densidade de 50 mil plantas por hectare em cortes em 12 meses (LIMA *et al.*, 2015).

De acordo com Lopes *et al.* (2012) a utilização da palma na alimentação animal tornou a região Nordeste como a maior área cultivada no mundo. Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, com destaque para as duas principais espécies: a *Opuntia ficus-indica* Mill e seus cultivares gigante, orelha de elefante, redonda e IPA-20 e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck e seus cultivares palma miúda ou doce, são as mais utilizadas na alimentação dos ruminantes nesta região (SILVA & SANTOS, 2006; DUBEUX JÚNIOR *et al.*, 2013).

Conforme relatado por Rodrigues *et al.* (2016), a composição química de qualquer espécie forrageira é determinada por um conjunto de fatores, dessa forma, a palma forrageira apresenta uma composição bastante variada, influenciada por características relacionadas ao tipo de espécie, o estágio de desenvolvimento, a época do ano, o tipo de solo, a adubação e o manejo culturais.

Com relação a sua composição, de maneira geral, conforme relatado por Frota *et al.* (2015) a palma apresenta elevados teores de água (83 – 94%), carboidratos não fibrosos (43 – 65%), baixos teores de proteína bruta (3 – 6%), fibra em detergente neutro de baixa efetividade (20,1 – 32,8%), matéria mineral (8 – 17,7%), embora sua composição varie em função da espécie, idade, estação do ano e condições edafoclimáticas. Quando a palma é utilizada como base da alimentação de ruminantes, ela tem efeito laxativo pela grande quantidade de ácido oxálico presente, aliado ao baixo teor de fibra em detergente neutro da dieta (BEN SALEM & ABIDI, 2009; CORDOVA-TORRES *et al.*, 2015; LINS *et al.*, 2016).

Sendo assim, a palma geralmente é utilizada consorciada com outras forragens na dieta de ruminantes, além da utilização também de uma fonte proteica, devido ao seu baixo teor de proteína, tendo em vista que em dietas para animais em produção requerem teores de proteína bruta acima de 10% (FERREIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011; PITACAS, 2015; MARQUES *et al.*, 2017).

De acordo com Lins *et al.* (2016), além do seu elevado teor de água que a torna essencial em regiões onde há limitação desse recurso, a palma também pode ser utilizada como uma excelente fonte de energia, substituindo alguns alimentos concentrados energéticos que são comumente utilizados na alimentação de ruminantes, como por exemplo o milho. A substituição do milho pela palma em até 54% na matéria seca não resultou em diferenças significativas no consumo e digestibilidade dos nutrientes, na produção e composição do leite de cabras, além de reduzir significativamente o custo da ração em consequência do seu custo por kg ser inferior ao kg do milho, principalmente na região Nordeste. (GOUVEIA *et al.*, 2016).

Devido as particularidades no uso da palma, principalmente com a sua associação com uma fonte de fibra, várias pesquisas têm mostrado diferentes formas de utilização e a sua importância, como forma de melhorar o uso dessa planta forrageira na dieta de ruminantes associando com outros alimentos e assim, promovendo melhorias nas condições de alimentação e, conseqüentemente, no desempenho animal (TEGEGNE *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2016).

Com base nisso, a palma forrageira se torna uma alternativa para suprir os déficits encontrados na ensilagem do milho sem espiga, pois além do elevado teor de umidade é um alimento rico em carboidratos de rápida fermentação com cerca de 40,6 – 66,7% (SILVA *et al.*, 2017; CONCEIÇÃO *et al.*, 2018). Batista *et al.* (2009) e Lopes *et al.* (2017) também destacam os teores de minerais encontrados na palma, em torno de 7,1 – 21,1%, dessa forma, a associação desses dois alimentos resultariam no bom processo de fermentação durante a ensilagem e, conseqüentemente, uma silagem de excelente qualidade nutricional.

Nos últimos anos, diversos autores têm evidenciado o potencial da palma forrageira como fonte de substrato em silagens de diversos tipos de forragem, como feno de alfafa (CÜREK & ÖZEN, 2004); leguminosas (GUSHA *et al.*, 2013; GUSHA *et al.*, 2015; MATIAS *et al.*, 2020); gliricídia (BRITO *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020), capim-buffel (MACÊDO *et al.*, 2018) e até mesmo a utilização da palma como aditivo umectante em silagens de grãos de milho (PEREIRA *et al.*, 2021). Os resultados desses trabalhos apontam uma melhora na fermentação, resultante de uma fermentação heterolática, tornando assim, essas silagens mais estáveis após serem expostas ao ar.

Um uso alternativo da palma *in natura* na alimentação de ruminantes é o seu uso na forma de silagem. Entretanto, o teor de matéria seca da palma, principalmente, em cladódios jovens (ÇÜREK & ÖZEN, 2004) é um empecilho durante o processo de ensilagem. Segundo McDonald *et al.* (1991), para que haja um processo fermentativo adequado é fundamental que os teores de matéria seca estejam em torno de 35 – 40%, pois abaixo disso, favorece o desenvolvimento de fermentação indesejável. Entretanto, a palma apresenta uma característica peculiar: a mucilagem. Essa substância reduz a atividade de água, o que proporciona menores perdas por efluentes e o aumento da produção de ácido láctico, além de substâncias tamponantes que permitem controlar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, e assim, reduzir as perdas de silagem (SÁENZ *et al.*, 2004; NOGUEIRA *et al.*, 2016).

Sáenz *et al.* (2004), ressaltam que um dos principais fatores que favorecem a ensilagem da palma é a presença da mucilagem na sua composição, que permite a absorção

da água presente na planta. Essa característica está relacionada aos compostos polissacarídeos esterificados da palma, celulose e pectina, sendo esses ricos em galactose, arabinose, frutose e xilose, encontrados em grandes quantidades na porção estrutural da planta (NOGUEIRA *et al.*, 2016).

Nesse contexto, Çürek & Özen (2004) realizaram um estudo avaliando as características fermentativas de silagem de palma com cladódios jovens e velho, onde observaram que as taxas de degradação variaram de 38,63 – 84,85%, onde os valores de carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e taxa de degradação dos cladódios jovens se sobressaíram em relação aos mais velhos, embora todos os tratamentos apresentaram adequados processos fermentativos.

De acordo com Adous (2016), a utilização de palma em forma de silagem e sua associação com outros alimentos, tanto volumosos como concentrados, tem se tornado uma prática cada vez mais comum, principalmente em regiões semiáridas. Essa associação é bastante viável pois permite proporcionar melhorias no padrão fermentativo da silagem, devido ao ajuste dos teores de matéria seca e o fornecimento de carboidratos solúveis e substâncias tamponantes, favorecem uma fermentação láctica.

Nogueira (2015) utilizando palma na forma de silagem, observou uma redução das perdas por efluentes de 22 a 25 kg/ton de matéria natural, esse efeito se deveu a ação hidrofílica do gel emulsificante da mucilagem em reduzir a água livre no silo. Outro fator de extrema importância para uso da palma em silagens é a sua capacidade tamponante que permite controlar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como as leveduras, considerando-se que a sua presença resulta em perdas do material ensilado (SÁENZ *et al.*, 2004), em função da elevada fermentação alcoólica e sua ação sobre a quebra da estabilidade aeróbia das silagens.

Em estudo avaliando o desempenho de ovinos alimentados com e sem silagem de palma na forma de ração total, Adous (2016) verificou que os animais que receberam silagem de palma na ração apresentaram um ganho médio de 270g/dia em comparação ao ganho médio de 109g/dia de animais recebendo uma dieta convencional. Além disso, os custos com a confecção da silagem contendo palma são menores em relação a convencional e o tempo de armazenamento desse tipo de silagem, quando preparadas de forma correta e conservada de forma adequada é superior as silagens convencionais, servindo como uma excelente estratégia para longos períodos de escassez de forragem.

Outros trabalhos avaliando o desempenho de ovinos e caprinos alimentados com silagens de palma forrageira com ureia e melaço na forma de ração completa associado a

silagem de milho e feno de triticales (SUAREZ, 2012; HERNANDEZ, 2012) obtiveram ganhos de peso de 100g/dia e 140g/dia, respectivamente.

Alguns autores trabalhando com uma variedade de plantas forrageiras, dentre elas algumas leguminosas, em forma de silagem, constataram que a inclusão da palma, resultou em melhorias na qualidade da mesma, devido a correção nos teores de matéria seca, atrelado a uma boa fermentação láctica, resultante da capacidade tamponante e dos elevados teores de carboidratos solúveis presente na palma (GUSHA *et al.*, 2015; MACÊDO *et al.*, 2018; SILVA, 2018).

A principal razão para o uso da palma em silagens está relacionada a sua propensão em produzir ácido acético resultado do seu padrão heterofermentativo. Macêdo *et al.* (2018) e Sá *et al.* (2020) ao avaliarem a utilização da palma na forma de silagem, verificaram elevadas concentrações de ácido acético, sendo esse ácido responsável por uma maior conservação da silagem, principalmente após a exposição ao ar. Essa característica fermentativa de silagens contendo palma pode possivelmente estar associada a presença significativa de bactérias do gênero *Weissella*, que por sua vez são responsáveis pela produção de ácido acético dentro do silo (PEREIRA *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020).

A inclusão estratégica da palma na silagem, auxiliar na produção de ácido acético, controlando as populações de leveduras durante a fermentação e após a abertura dos silos, (MACÊDO *et al.* 2018). Além disso, Gusha *et al.* (2015) ressaltam que a prática de se utilizar palma como forma de silagem ou aditivo em silagens, permite garantir o suporte hídrico para criação racional de ruminantes em regiões áridas e semiáridas.

Diante disso, a utilização da palma forrageira como aditivo para a ensilagem da planta de milho sem espiga corrigiria os teores de matéria seca e carboidratos solúveis, melhorando a eficiência de fermentação das silagens, mas também resultaria em fermentação acética suficiente para elevar a estabilidade aeróbia das silagens, resultando assim em diminuição das perdas durante a fermentação e após a abertura dos silos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento 1 – Perfil fermentativo, populações microbianas, estabilidade aeróbia, perdas na ensilagem e características bromatológicas

3.1.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Forragicultura, no Centro de Ciências Agrárias, Campus II, pertencente a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia -PB, com as coordenadas 06° 57'48'' de latitude Sul e 35° 41'30'' de longitude a Oeste do meridiano de Greenwich e a uma altitude de 618 m acima do nível do mar. O clima é caracterizado como do tipo As, conforme a classificação de Köppen. Segundo Costa *et al.* (2011) o município está inserido na microrregião geográfica do Brejo Paraibano, apresentando uma temperatura média anual de 24,0 °C, com uma umidade relativa média de cerca de 80% e precipitação média anual em torno 1400 mm.

A planta de milho sem espiga (PMSE) e a palma forrageira Orelha-de-elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), foram adquiridas em uma propriedade privada localizada no município de São José dos Cordeiros – PB, com as coordenadas 7° 23' 27" na latitude Sul e 36° 48' 28" na longitude a Oeste, com uma altitude de 529 m acima do nível do mar, localizada na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Ocidental, distante 298 km da capital João Pessoa – PB. A região do Cariri Paraibano é caracterizada como de clima semiárido, do tipo Bsh de acordo com a classificação Köppen, com uma média pluviométrica anual em torno de 551,7 mm, distribuídas entre os meses de fevereiro a junho e com temperatura média anual de 23,0 °C.

Todo o material experimental foi ensilado na propriedade Rancho João Marcos também localizada no município de São José dos Cordeiros – PB. A colheita da planta de milho ocorreu no dia 29 de outubro, enquanto a colheita da palma forrageira e a ensilagem foram realizadas no dia 30 de outubro de 2020.

3.1.2 Período experimental, tratamentos e delineamento experimental

Foram confeccionados 20 silos laboratoriais de cano de policloreto de vilina - PVC (30 cm de altura e 15 cm de diâmetro). No fundo dos silos, foram adicionados 500 g de areia lavada para absorção dos efluentes, separados por uma tela de tecido de TNT que impedia a mistura do material ensilado com a areia. Tanto a PMSE como a palma foram colhidas manualmente e picadas em forrageira estacionaria (PP-35, Pinheiro Máquinas, Itapira, São

Paulo, Brasil) com tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm. A quantidade de material a ser compactado variou por tratamento, apresentando valores médios de massa de forragem ensilada para o T1 de 1,095 kg, T2 de 1,118 kg, T3 de 1,176kg e T4 de 1,398 kg, com densidades médias de 580 kg/m³, 592 kg/m³, 623 kg/m³ e 741 kg/m³, para os respectivos tratamentos.

Em seguida, os silos laboratoriais foram selados hermeticamente com tapa PVC e fita adesiva, onde na parte superior de cada silo tinha uma válvula tipo Bunsen adaptada para vazão dos gases produzidos durante o processo fermentativo da silagem. Após 100 dias de ensilagem, os silos foram abertos com objetivo de efetuar as avaliações das silagens.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo quatro níveis de palma forrageira nas silagens de milho sem espiga com base na matéria natural (MN): 0% – 100% de planta de milho de sem espiga; 10% - 90% planta de milho sem espiga + 10% de palma forrageira; 20% – 80% de planta de milho sem espiga + 20% de palma forrageira e 40% – 60% de planta de milho sem espiga + 40% de palma forrageira com base na MN.

3.1.3 Análises laboratoriais

Para determinação dos valores de pH, foi coletado uma amostra aproximadamente 25 g de cada tratamento e adicionando 100 mL de água destilada. Após uma hora, foi realizado a leitura, de acordo com a metodologia descrita por Bolsen *et al.* (1992), utilizando-se um pHmetro Kasvi®.

Para avaliação das populações microbianas, coletaram-se 25 g das plantas antes da ensilagem e das silagens e adicionados 225 ml de solução de água peptonada tamponada estéril a 0,1%, obtendo-se a diluição 10⁻¹ e diluídas em série variando de 10⁻¹ a 10⁻⁹. Após isso, foi realizado o plaqueamento de cada repetição experimental em duplicata para cada meio de cultura. Para a contagem de bactérias ácido lácticas (BAL), as amostras foram plaqueadas em ágar de Man, Rogosa e Sharpe (MRS) - (Difco) utilizando placas de Petri e incubadas à 37°C em estufa bacteriológica durante 48 horas antes da contagem. Os mofos e leveduras (ML) foram quantificados por meio da técnica de *pour-plating* em ágar batata dextrose (BDA) que foi acidificada com 1,5% de ácido tartárico a 10% (p/v), ambos incubados em estufa bacteriológica à 30°C após 72 horas para realização da contagem das placas. As placas consideradas contáveis foram aquelas que apresentaram valores entre 30 e

300 unidades formadoras de colônia (UFC), considerando a diluição (GONZALEZ *et al.*, 2003).

Foram determinados no material ensilado a concentração de carboidratos solúveis (CHOs) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). O teor de CHOs foi determinado pelo método do ácido sulfúrico concentrado, conforme descrito por Dubois *et al.* (1956). O N-NH₃ foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Chaney & Marbach (1962).

Para a análise de ácidos orgânicos ácido láctico (AL), ácido acético (AA), utilizou-se um Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU (Fabricado em Dallas, Texas, Estados Unidos da América), modelo SPD-10a VP acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas: 210 nm; Coluna: C18 (Fase Reversa); Marca: SUPELCO; Medida: 30 cm × 4,5 mm de diâmetro; Fluxo na Coluna de 0,6 ml/minuto; Pressão na Coluna: 87 Kgf; Fase Móvel: Água em 1% de Ácido Sulfúrico e Volume Injetado: 10 ul, será retirado 10 g de amostras que serão diluídas em 90 mL de água destilada e filtradas através de papel de filtro Whatman (KUNG JR e RANJIT, 2001).

O ensaio da estabilidade aeróbia foi avaliado por meio do monitoramento da temperatura interna das silagens expostas ao ar. Para isso, foi coletado de 1 kg de amostra da silagem no momento da abertura dos silos após 100 dias e realocadas em silos laboratoriais de cano PVC limpos, sem necessidade de compactação e sem tampas. Com o uso de termômetros do tipo espeto Inconterm[®] acoplados no centro geométrico da massa de cada silo, a temperatura foi registrada a cada 30 minutos, durante um período de 120 horas.

A temperatura ambiente também foi registrada a cada 30 minutos com o auxílio de um termômetro/pHmetro de bancada Bel[®] modelo PHS-3. A estabilidade aeróbia foi determinada como sendo o aumento da temperatura massa ensilada acima de 2°C em relação à temperatura ambiente (KUNG JR *et al.*, 2000).

Para determinação das perdas por gases (PG) e por efluentes (PE) foram quantificadas utilizando as equações propostas por Jobim *et al.*, (2007) e a recuperação de matéria seca (RMS) durante o processo de fermentação, foi seguindo o modelo proposto por Zanine *et al.* (2010), onde:

- PG: $(PSF - PSA) / (MFf \times MFSf) \times 100$, onde PG = perda por gases (%MS); PSF = peso do silo na ensilagem (fechado) (kg); PSA = peso do silo na abertura (fechado); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg); MFSf = matéria seca da forragem na ensilagem (%);

- PE: $(SAf - S) - (SAa - S) / MFf \times 100$, onde PE = perdas por efluentes(kg/ton); SAf = peso do silo vazio + areia na abertura (kg); SAa = peso do silo vazio + areia na ensilagem (kg); S = peso do silo (kg); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg);
- RMS = $(MFa \times MSa) / (MFf \times MSf) \times 100$, onde RMS = recuperação de matéria seca (%); MFa = massa de forragem na abertura (kg); MSa = teor de MS na abertura (%); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg); MSf = teor de MS na ensilagem (%).

As amostras antes da ensilagem e após abertura dos silos, bem como dos ingredientes, foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas, moídas em partículas de 1 mm em moinho de facas do tipo Willey (Arthur H Thomas, Filadélfia, PA, EUA) e armazenadas em recipientes de plástico para realização das análises bromatológicas.

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, em Campina Grande – PB. Para tanto, determinaram-se os valores de acordo com as metodologias estabelecidas pela *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (2012), sendo para matéria seca (MS; método 934.01), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 954.01), extrato etéreo (EE; método 920.39).

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas segundo a metodologia de Van Soest *et al.* (1991), utilizando o analisador de fibra da ANKOM® (ANKOM200 Fiber Analyzer – ANKOM Technology Corporation, Fairport, New York – EUA).

3.2 Experimento 2 – Desempenho animal

3.2.1 Local do experimento

Foi realizado na mesma propriedade privada citada no experimento 1, localizada no município de São José dos Cordeiros – PB.

3.2.2 Período experimental, tratamentos e delineamento experimental

A ensilagem do material a ser utilizado no experimento foi realizada nos dias 28, 29 e 30 de outubro de 2020 em sacos laminados com dimensões de 120 x 50 cm e capacidade para 100 kg, devidamente vedados com auxílio de elásticos e armazenados em local

protegidos contra roedores por um período de 100 dias. A planta de milho sem espiga e palma foram adquiridos no mesmo local do ensaio anterior como também os procedimentos de ensilagem (trituração e tamanho de partículas). Os tratamentos que receberam a inclusão de 10 e 20% de palma forrageira foram misturados com o auxílio de uma betoneira Fischer® 400L MOB P-400 para completa homogeneização.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e 12 repetições. Foram avaliadas três dietas constituídas com diferentes teores de palma forrageira na ensilagem da planta do milho sem espiga: 0% - 100% de silagem de milho sem espiga; 10% - 90% de silagem de milho sem espiga e 10% de palma forrageira e 20% - 80% de silagem de milho sem espiga + 20% de palma forrageira com base na MN (Tabela 2).

O experimento ocorreu entre os meses de fevereiro e abril de 2021. O período experimental teve duração de 60 dias, sendo dez dias de adaptação às dietas e instalações e 50 dias de confinamento destinados a avaliação e coleta de dados. Foram utilizados 36 ovinos machos, castrados, sem padrão racial definido com peso inicial médio de $20,57 \pm 2,8$ kg, alojados em baias coletivas e individuais, providas de comedouros e bebedouros. Antes do início do experimento, todos os animais foram identificados, pesados e vermifugados contra endo e ectoparasitas e vacinados contra Clotridioses. Para utilização dos animais, o experimento foi protocolado junto a Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA, sob o nº 9046160321, da Universidade Federal da Paraíba.

Sete animais de cada tratamento foram destinados a baias individuais providas de comedouros e bebedouros, com dimensões de 1 m x 1,5 m, para estimativa do consumo individual, digestibilidade e realização das coletas. A cada sete dias, realizava-se o rodízio dos animais nas baias individuais representando cada tratamento, salientando que os animais já sorteados uma vez eram eliminados dos sorteios posteriores.

Dessa forma foi possível mensurar o consumo dos nutrientes individualmente entre os animais. A escolha em manter os animais de desempenho em baias coletivas teve o intuito de respeitar o comportamento coletivos dos animais, representando o que ocorre nos confinamentos comerciais, enquanto as avaliações em baias individuais permitiam determinar o consumo individualmente, para fins de análise estatística desses resultados. As baias individuais eram posicionadas do lado das baias coletivas, onde os animais mantinham contato com os demais animais do grupo

3.3 Manejo nutricional

O fornecimento da dieta foi realizado duas vezes ao dia, sendo às 08:00 e às 16:00 horas, sendo ofertado 40% da dieta pela manhã e 60% pela tarde. Para que o consumo fosse *ad libitum*, foi realizado a pesagem das sobras diariamente e ajustado o consumo de ração para o dia posterior, de forma a ter 10% de sobras.

As dietas foram formuladas para serem isoprotéica e para suprir as exigências nutricionais de ovinos com peso inicial de 20 kg e ganho de peso diário de 200 g, segundo o NRC (2007).

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na composição das dietas experimentais com base na matéria seca.

Nutrientes, g/kg ²	Níveis de palma na silagem ¹			PF ³	PMSE ⁴	FM ⁵	FS ⁶	TA ⁷
	0%	10%	20%					
MS	298,50	274,80	213,70	100,30	284,70	895,30	969,70	927,10
MO	901,70	891,40	876,50	842,80	901,50	984,70	929,80	954,50
PB	55,10	51,10	51,13	57,00	56,28	95,80	463,30	263,00
EE	41,60	33,30	22,60	16,10	25,40	29,60	16,30	91,90
MM	98,30	108,60	123,50	157,20	98,50	15,30	70,02	45,55
CNF	292,70	269,80	241,40	489,50	178,60	709,10	247,20	105,20
FDN	512,30	537,50	564,40	280,20	640,07	140,40	175,40	494,40
FDA	265,30	281,70	300,80	98,70	292,10	37,70	94,10	334,80

¹0% - silagem da planta de milho sem espiga; 10% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira; 20% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; ²MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; carboidratos não fibrosos; fibra em detergente neutro; fibra em detergente ácido; ³PF: palma forrageira; ⁴PMSE: planta de milho sem espiga; ⁵FM: farelo de milho; ⁶FS: farelo de soja; ⁷TA: torta de algodão.

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais utilizadas em ovinos confinados alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira com base na matéria seca.

Ingredientes, g/kg	Dietas experimentais ¹		
	0%	10%	20%
Silagem de milho sem espiga	456,50	0,00	0,00
SMSE + 10% palma forrageira	0,00	454,60	0,00
SMSE + 20% palma forrageira	0,00	0,00	460,30
Farelo de Milho	283,10	285,10	282,10
Farelo de Soja	74,70	74,80	74,00
Torta de Algodão	155,60	155,70	154,20
Ureia	2,70	2,50	2,30
Núcleo Mineral	13,60	13,60	13,50
Cloreto de Amônia	13,50	13,50	13,40
Sulfato de Amônio	0,30	0,20	0,20
Composição química, g/kg			
MS	452,10	451,60	405,70
PB	135,90	133,50	130,80
EE	42,90	39,02	34,10
MM	62,44	65,80	69,86
FDN	368,50	379,30	393,40
FDA	190,90	198,00	207,70
CNF	369,20	359,60	345,70

¹0% - silagem da planta de milho sem espiga; 10% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira; 20% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; SMSE: silagem de milho sem espiga; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: material mineral; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos.

O fornecimento de água foi *ad libitum* e sua ingestão foi mensurado durante os sete dias do período experimental de coleta de dados, sendo verificado no momento do fornecimento da ração e após 24 horas. A taxa de evaporação de água foi medida com auxílio de dois baldes posicionados em dois locais diferentes do galpão, um na sombra e outro recebendo radiação solar direta. A ingestão foi determinada por meio da diferença de peso dos baldes antes e após a ingestão, levando em consideração a quantidade evaporada, segundo metodologia descrita por Souza *et al.* (2010).

3.4 Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo foi realizado no 25º dia do período experimental, durante um período de 24 horas, com observações de varredura a cada 10 minutos de acordo com a metodologia proposta por Martin e Bateson (1993), sendo as variáveis comportamentais observadas: alimentação, ruminação e ócio, havendo a presença de quatro observadores, sendo um destinado a coletar os dados comportamentais dos animais nas três baias individuais e um observador avaliando três animais por tratamento em cada baia coletiva, totalizando quatro animais por tratamento.

O tempo de mastigação foi determinado pela soma dos tempos despendidos para alimentação e ruminação. A duração média diária desses períodos de atividades foi determinada pela divisão da duração total de cada atividade (alimentando e ruminando em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

A observação noturna dos animais foi realizada com o auxílio de iluminação artificial. Dois dias antes da realização do comportamento ingestivo, o galpão foi iluminado artificialmente durante o período noturno para adaptação dos animais a luminosidade de modo a não comprometer a avaliação.

A partir dos resultados referentes as variáveis do comportamento ingestivo de alimentação e ruminação foi determinado a eficiência de alimentação e ruminação da MS e FDN, respectivamente. Para isso, foi utilizado as equações propostas por Bürger *et al.* (2000):

$$EAL_{MS} = CMS/TAL$$

$$EAL_{FDN} = CFDN/TAL$$

em que: EAL_{MS} (g MS consumida/h) e EAL_{FDN} (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERU_{MS} = CMS/TRU$$

$$ERU_{FDN} = CFDN/TRU$$

em que: ERU_{MS} (g MS ruminada/h) e ERU_{FDN} (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação; TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

3.5 Consumo e Digestibilidade dos nutrientes e análises químico-bromatológicas

Para determinação da digestibilidade, procedeu-se a coleta de amostras dos alimentos da fornecidos, além das sobras e fezes durante os sete dias que cada animal permaneceu nas baias individuais. A partir das amostras das rações, fezes e sobras coletadas foi determinado a digestibilidade dos nutrientes e nutrientes digestíveis totais (NDT).

A coleta amostral de fezes foi feita diretamente da ampola retal durante os três últimos dias do período de coleta, sendo 5º dia (06:00 e 14:00), 6º dia (08:00 e 16:00) e 7º dia (10:00 e 18:00) seguindo a metodologia de Bispo *et al.* (2007).

As amostras das fezes, alimentos e sobras foram identificadas e armazenadas em refrigeração à -15 °C. Ao final do período de coleta, foram homogeneizadas para formação

de uma amostra composta por animal e pré-secadas em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram trituradas em moinho de faca tipo Willey, com peneiras de crivo 1,0 mm para análises químico-bromatológicas e 2,0 mm para determinação *in situ* da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, em Campina Grande – PB. Para tanto, determinaram-se os valores de acordo com as metodologias estabelecidas pela *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (2012), sendo para matéria seca (MS; método 934.01), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 954.01), extrato etéreo (EE; método 920.39). A fibra em detergente neutro (FND) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas a partir do modelo proposto por Van Soest *et al.* (1991), utilizando o analisador de fibra da ANKOM Fibre Analyzer – ANKON Technology Corporation, Fairport, New York, EUA.

A quantidade de matéria seca fecal excretada, utilizada na determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes e dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), foi estimada pela concentração de FDNi, obtida após incubação *in situ* dos alimentos, sobras e fezes, em triplicata, em sacos de tecido não tecido (TNT) (12,0 x 8,0 cm), contendo aproximadamente 1g do material por saco, com partículas de 2,0 mm, por um período de 288 horas em uma vaca 7/8 holandesa fistulada no rúmen (CEUA 52/2018 – Universidade Federal do Maranhão – UFMA), de acordo com a metodologia estabelecida por Casalli *et al.* (2008).

O material remanescente da incubação foi submetido à digestão com detergente neutro, cujo resíduo será considerado FDNi, de acordo com o método INCT-CA F/011/1, segundo a metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012).

Para determinação da produção de matéria seca fecal foi utilizado a seguinte fórmula:

- $$\text{PMSF} = \frac{\text{consumo do indicador (kg)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (\%)}}$$

Os coeficientes de digestibilidade (CD) de MS, MO, PB e FDN foram calculados pela metodologia proposta por Silva & Leão (1979), utilizando-se a seguinte fórmula:

- $$\text{CD} = \frac{[(\text{g de nutriente consumido} - \text{g de nutriente nas fezes}) / (\text{g de nutriente consumido})] \times 100}{}$$

Para estimativa dos carboidratos totais (CT) foi utilizado a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992) no qual:

- $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas).$

Para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi adotada a equação preconizada por Hall (2000), na qual:

- $CNF = 100 - MM - EE - FDN - (PB - Pbu + U)$ em que: Pbu = teor de PB oriunda da ureia (ou mistura de ureia e sulfato de amônio); U = teor de ureia.

Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi adotada a equação proposta por Weiss (1999), em que:

- $NDT = PBd + EEd * 2,25 + CNFd + FDNcpd$, sendo $PBd = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$, $EEd = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$, $CNFd = (CNF \text{ ingeridos} - CNF \text{ fezes})$ e $FDNcpd = (FDNcp \text{ ingerido} - FDNcp \text{ fezes})$.

3.6 Determinação do desempenho animal

Para determinação do desempenho, os animais foram pesados em jejum por 16 horas de alimentos no início e no final do experimento, para a determinação do peso corporal inicial (PCI) e peso corporal final (PCF), e por diferença obteve-se o ganho de peso total (GPT). O ganho de peso médio diário (GMD) foi obtido divisão entre o GPT e o período de confinamento. Para a determinação da conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) foi considerado o consumo total de MS e o GPT dos animais das baias individuais.

3.7 Delineamento experimental e Análise estatística

Os dados obtidos dos dois experimentos foram compilados em planilhas digitais para posteriormente serem submetidos a testes de homogeneidade e homoscedasticidade, análise estatística, regressão e teste de Tukey à 5% de significância utilizando o pacote estatístico *Statistical Analysis System – SAS*, versão 9.0.

Para o experimento I foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamento e cinco repetições, em seguida, realizado análise de variância e teste de regressão.

O seguinte modelo estatístico foi usado:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ijk}$$

Onde: y_{ij} : resposta da variável; μ é a média geral; α_i é o efeito dos níveis de palma forrageira; ε_{ijk} : é o erro aleatório.

Para o experimento II foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e sete repetições para a determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes. Com relação a estatística para determinação do comportamento ingestivo e eficiências de alimentação e ruminação foram utilizadas quatro repetições por tratamento. Para determinação das variáveis de desempenho foram utilizadas 12 repetições por tratamento.

Em seguida foi realizado análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância utilizando o mesmo pacote estatístico SAS, versão 9.0.

O modelo estatístico adotado foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Onde: y_{ij} : resposta da variável; μ : é a média geral; t_i : o efeito dos níveis de palma forrageira; ε_{ij} : erro aleatório.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a composição bromatológica das silagens de milho sem espiga aditivadas com palma forrageira houve efeito estatístico linear decrescente para MS (P=0.001), com valores médios variando entre 251.16 e 193.56 g/kg e EE (P=0.006), com valores médios variando entre 26.88 e 14.96 g/kg. Houve efeito quadrático dos níveis de palma sobre a PB (P=0.002) com menor concentração estimada pelo modelo de regressão com o nível de 22,50% de palma forrageira na ensilagem do milho sem espiga (Tabela 3).

Tabela 3. Composição bromatológica da silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.

Item, g/kg	Níveis de palma forrageira ¹				EPM ²	P – Valor ³	
	0%	10%	20%	40%		L	Q
MS ⁴	251.16	256.58	230.09	193.56	7.66	0.001	0.157
MO ⁵	860.46	871.46	867.76	840.30	8.27	0.208	0.001
MM ⁶	139.54	128.54	132.24	159.70	8.27	0.065	0.001
PB ⁷	55.76	46.78	46.44	51.76	1.92	0.430	0.002
EE ⁸	26.88	32.10	29.12	14.96	3.23	0.006	0.026
FDN	581.90	587.90	602.33	588.03	15.13	0.756	0.430
FDA	296.00	307.13	315.67	315.10	10.95	0.257	0.459
CNF	195.91	204.69	190.02	185.54	0.84	0.226	0.708
CHOT	777.81	792.59	792.22	773.54	0.84	0.503	0.080

¹0% - silagem da planta de milho sem espiga; 10% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira; 20% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; 40% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 40% de palma forrageira; ²Erro padrão da média; ³P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%; ⁴MS: matéria seca; ⁵MO: matéria orgânica; ⁶MM: material

mineral; ⁷PB: proteína bruta; ⁸EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; CHOT: carboidratos totais; ²Erro padrão da média; ³P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%.

$$^4\hat{Y} = -0,16x + 26,06 \text{ (R}^2 = 0.9005\text{)}$$

$$^5\hat{Y} = -0,004x^2 + 0,13x + 86,11 \text{ (R}^2 = 0.9909\text{)}$$

$$^6\hat{Y} = 0,005x^2 - 0,13x + 13,88 \text{ (R}^2 = 0.9909\text{)}$$

$$^7\hat{Y} = 0,002x^2 - 0,09x + 5,52 \text{ (R}^2 = 0.9390\text{)}$$

$$^8\hat{Y} = -0,002x^2 + 0,06x + 2,73 \text{ (R}^2 = 0.9856\text{)}$$

Essas alterações na composição bromatológicas das silagens se deve a composição característica da palma forrageira, por ser um alimento que de maneira geral apresenta baixos teores de MS e altas concentrações de CNF, pectina e minerais, principalmente cálcio (OLIVEIRA *et al.*, 2018), dessa forma, os resultados da MS do presente trabalho estão condizentes já que a medida que se aumenta a proporção de palma na ensilagem da planta de milho sem espiga, as concentrações desses nutrientes tendem a diminuir. Para a variável de PB houve efeito quadrático ($P=0.002$) à medida que se incluiu palma forrageira na ensilagem da planta de milho, esse resultado pode ser explicado pela semelhança na composição dos dois materiais, onde a planta de milho no momento da ensilagem apresentava 56.28 g/kg e a palma forrageira 57.00 g/kg, diante disso, como os componentes das silagens apresentavam um teor baixo de PB, todas as silagens apresentaram níveis abaixo do recomendado por Van Soest (1994) de 7% de PB sendo o mínimo necessário para o funcionamento adequado do rúmen.

Houve efeito estatístico quadrático para a MO ($P=0.001$) para inclusão de palma forrageira, com valor máximo estimado pelo modelo de regressão para o nível de 16,25%. Esse efeito de redução na MO também está condizente, uma vez que a MO apresenta correlação negativa com a MM, assim, os tratamentos que apresentaram uma maior MO, apresentaram menor MM.

O comportamento dos dados obtidos sobre MS, PB, EE, MO e MM encontrados no presente trabalho estão de acordo com os relatados por outros autores ao se utilizar palma forrageira associada a outra forragem. Matias *et al.* (2020) também observaram resultados semelhantes ao se incluir maiores proporções de palma forrageira em silagem de maniçoba. Já no trabalho realizado por Brito *et al.* (2020), o comportamento dos dados obtidos pelos autores também foi semelhante ao trabalharem com a associação da silagem de gliricídia com palma forrageira. Com relação ao EE das silagens, foi observado um comportamento linear decrescente ($P=0.006$) valores relativamente baixos, em consequência da composição da palma forrageira e da silagem de milho sem espiga, com teores de 16.10 g/kg e 25.40 g/kg, respectivamente, onde à medida que se aumentou o nível de inclusão de palma forrageira, o

teor de EE foi reduzindo, atingindo ao ponto mínimo de 14.96 g/kg com 40% de inclusão de palma forrageira. Com base nisso, os valores encontrados são considerados favoráveis para dietas de ruminantes, uma vez que o teor de EE encontra-se abaixo do limite recomendado por Kozloski (2009), assim, evitando alterações na fermentação ruminal devido ao conteúdo de gordura ingerida.

É importante salientar que o aumento na concentração de MM no nível com 40% de palma forrageira pode não ser benéfico quando essa silagem venha ser utilizada na dieta de pequenos ruminantes, em virtude da alta concentração de oxalato e minerais, principalmente Calcio, presente na palma (NEFZAOUY & BEM SALEM, 2001). De acordo com Freeman *et al.* (2010) essas concentrações elevadas em dietas contendo uma quantidade maior de palma, associado ao baixo teor de fibra e a redução na ingestão de água são uma das principais causas para o desequilíbrio de Ca/P, resultando em casos de urolitíase em ovinos confinados, sendo essa uma doença de extrema importância econômica para a cadeia produtiva.

As variáveis FDN ($P=0.8072$) e FDA ($P=0.5081$) não apresentaram efeito estatístico, com valores médios de 581.90; 587.90; 602.33 e 588.03 g/kg para FDN e 296.00; 307.13; 315.67 e 315.10 g/kg para FDA, para os tratamentos 0, 10, 20 e 40% de palma forrageira, respectivamente (Tabela 3). De maneira geral, os componentes fibrosos estão associados a qualidade da forragem, tendo em vista que níveis elevados desses componentes são responsáveis pela diminuição na digestibilidade e no consumo por parte do animal (CHAPMAN *et al.*, 2014). Lana *et al.* (2004) propuseram que teor de FDN entre 33 a 50% são considerados ideais para um desempenho animal satisfatório. Os valores encontrados de FDN no presente trabalho ficaram ligeiramente acima do recomendado por esses autores, mas não ao ponto de comprometer o desempenho animal.

Para o perfil fermentativo, houve efeito quadrático para o pH ($P=0.005$) com valor mínimo em 20% de palma forrageira (Tabela 4). Segundo McDonald *et al.* (1991), silagens com o menor teor de MS, tendem a apresentar um pH mais baixo, inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis que afetam a qualidade nutricional da silagem. No presente trabalho, os valores de pH estão dentro da faixa considerada aceitável, entre 3,8 e 4,2, indicando um bom processo fermentativo e, conseqüentemente, uma silagem de boa qualidade (MCDONALD *et al.*, 1991). As silagens com 0 e 40% de palma forrageira que apresentaram o pH um pouco acima do considerado ideal. Para a primeira, a possível explicação pode ter sido a baixa quantidade de carboidratos solúveis e a difícil compactação em virtude das características do material ensilado. Para a silagem com 40%, o pH mais

elevado pode estar associado ao efeito tamponante da palma, fazendo com que a queda do pH durante o processo fermentativo seja mais lento.

Tabela 4. Perfil fermentativo da silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.

Item	Níveis de palma forrageira ¹				EPM ²	P – Valor ³	
	0%	10%	20%	40%		L	Q
pH ⁴	4.32	4.17	4.06	4.68	0.070	0.017	0.005
N-NH ₃ ⁵ (g/kg N total)	0.053	0.054	0.070	0.063	0.004	0.058	0.139
CHOs ⁶ (g/kg)	6.743	7.853	7.890	6.937	0.440	0.934	0.049

¹0% - Silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira e 40% - silagem de milho sem espiga aditivada com 40% de palma forrageira; ²EPM: erro padrão da média; ³P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%; ⁴pH: potencial hidrogeniônico; ⁵N-NH₃: nitrogênio amoniacal; ⁶CHOs: carboidratos solúveis.

⁴ $\bar{Y} = 0,001001x^2 - 0,31x + 4,33$ ($R^2 = 0.9770$);

⁵ $\bar{Y} = 0,001x + 0,05$ ($R^2 = 0.6318$);

⁶ $\bar{Y} = -0,003x^2 + 0,12x + 6,80$ ($R^2 = 0.9596$)

Alguns autores sugerem que uma quantidade elevada de palma forrageira em silagens promove uma fermentação heterolática atribuído a presença de substâncias tamponantes encontradas na mucilagem da palma forrageira, dessa forma, promovendo uma queda do pH menos acentuada, possibilitando a proliferação de bactérias lácticas heterofermentativas (MACÊDO *et al.*, 2018; PEREIRA *et al.*, 2020; SÁ *et al.*, 2020). Nesse sentido, em um estudo realizado por Pereira *et al.* (2020), os autores com o objetivo de isolar e identificar a predominância de bactérias lácticas em silagens compostas por palma forrageira, os resultados da identificação mostraram uma predominância de bactérias do gênero *Weissella*, possivelmente esses microrganismos são responsáveis pelo curso da fermentação quando a palma forrageira é utilizada como aditivo, o que direciona para uma fermentação de natureza láctica e acética.

Com relação ao N-NH₃, os teores encontrados são considerados adequados e não houve diferença significativa ($P > 0.05$), com valor médio de 0,060 g/kg N total. É importante enfatizar que valores abaixo de 10 g/kg de N total indicam que houve pouca proteólise durante o processo fermentativo, sendo um indicativo que o processo fermentativo foi favorável (MCDONALD *et al.*, (1991); COSTA *et al.*, (2016); GOIS *et al.*, (2019). A proteólise ocorre quando há uma predominância de bactérias clostrídicas no material ensilado fazendo com que haja uma maior produção de ácido butírico (MCDONALD, HENDERSON & HERON, 1991), o que não aconteceu neste estudo. A inclusão da palma pode ter propiciado o aumento das BAL devido à maior disponibilidade de carboidratos

fermentáveis, com isso, favoreceu a queda do pH tornando o ambiente ácido e impróprio para bactérias clostrídicas.

Os valores encontrados no presente trabalho estão semelhantes aos encontrados por Santos *et al.* (2020), onde ao trabalharem com silagem de gliricídia associado com palma forrageira observaram valores variando entre 0.041 a 0.055 de N-NH₃, corroborando com a hipótese de reduzida proteólise em silagens aditivadas com palma forrageira.

Também foi observado efeito quadrático ($P=0.049$) para os carboidratos solúveis com maior concentração estimada pelo modelo de regressão quando se tinha 20% de palma forrageira na silagem. De acordo com Mciteka (2008), a palma forrageira apresenta teores de carboidratos solúveis elevados e quando associado com outros alimentos tendem a aumentar as suas concentrações. Alguns autores ao avaliarem a inclusão de palma em silagens mistas, observaram valores em torno de 8% da MS, semelhantes aos encontrados no presente estudo (BENDAOU & AIT OMAR, 2013; ABIDI *et al.*, 2013; HU *et al.*, 2015).

Entretanto, é importante salientar que embora a palma apresente teores consideráveis de carboidratos solúveis, foi observado uma redução nos níveis com maiores inclusão de palma forrageira. Essa redução pode estar associada com maiores PE (11,94%), devido ao baixo teor de MS (193.56 g/kg) nos maiores níveis de palma forrageira. A alta umidade dentro do silo acaba favorecendo a produção de efluentes, esse por sua vez, é rico em nutrientes, principalmente carboidratos que acabam sendo carregados para o fundo do silo afetando diretamente a qualidade nutricional do material. Também podendo estar associada a uma fermentação mais intensa, a qual resulta em consumo excessivo dos carboidratos solúveis.

Tabela 5. Perdas e recuperação da matéria seca da silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.

Item	Níveis de palma forrageira ¹				EPM ²	P – Valor ³	
	0%	10%	20%	40%		L	Q
PG ⁴ (%/MS)	15.60	9.90	7.93	11.94	2.28	0.4100	0.0350
PE ⁵ (kg/Ton)	6.21	10.85	16.10	20.12	6.98	0.0171	0.7520
RMS ⁶ (%)	84.10	89.56	91.28	86.05	2.73	0.8000	0.0057

¹0% - Silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira e 40% - silagem de milho sem espiga aditivada com 40% de palma forrageira; ²EPM: erro padrão da média; ³P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%. ⁴PG: perdas por gases; ⁵PE: perdas por efluentes; ⁶RMS: recuperação da matéria seca.

⁴ $\ddot{Y} = 0,01x^2 - 0,68x + 15,41$ ($R^2 = 0.9971$);

⁵ $\ddot{Y} = +0,03x + 3,73$ ($R^2 = 0.9479$);

⁶ $\ddot{Y} = -0,016x^2 + 0,67x + 4,17$ ($R^2 = 0.9981$)

Houve efeito quadrático ($P=0.035$) dos níveis de palma forrageira sobre as PG (Tabela 5), em que foram estimadas as menores perdas no nível de 34% de inclusão de palma forrageira na silagem de milho sem espiga. O valor observado de 15,60% no nível sem a inclusão de palma pode estar associado ao efeito de compactação da silagem, já que sem a presença de palma, não há ação da mucilagem em agregar as partículas de forragem, fazendo com que o oxigênio residual possa ser utilizado por bactérias aeróbias que acabam por realizar respiração e fermentações indesejáveis produtoras de gás carbônico (FERNANDES *et al.*, 2016), assim, a ausência da palma acaba por prejudicar a compactação da forragem. Por outro lado, no nível de 40% de inclusão, essa PG pode apresentar relação com a MS baixa da silagem causada pelo excesso de palma, resultando em fermentação excessiva e atuação de leveduras produtoras de etanol, o que pode acarretar numa maior formação de CO₂. Embora não tenha sido avaliado o teor de etanol nesse experimento, a maior quantidade de carboidratos solúveis antes da ensilagem e a elevada umidade são condições favoráveis para a fermentação alcoólica e elevação das perdas por gases (KUNG *et al.*, 2018).

Para as PE houve efeito estatístico linear crescente significativo ($P=0.0171$) para a inclusão da palma (Tabela 5), com valores observados variando entre 6,21 e 20,12%. A umidade da silagem também está diretamente relacionada com as PE, impactando negativamente na qualidade da mesma, pois que quanto maior forem as PE maiores serão as perdas de nutrientes da silagem. (GUSHA *et al.*, 2013; NOGUEIRA *et al.*, 2019).

Neste caso, o aumento na PE ao se incluir mais palma na silagem de milho sem espiga tem relação com a idade dos cladódios, já que a palma utilizada foi colhida com menos de 24 meses tendo pouca mucilagem. Nogueira *et al.* (2019) ao estudar silagem de palma observaram que a presença da mucilagem pode reduzir as PE devido a sua baixa atividade de água resultado da sua composição química, formada por compostos hidrocoloides constituídos por polissacarídeos, como: arabinose, galactose, xilose e ramnose, sendo estes, altamente hidrofílicos, minimizando a movimentação da água, e assim, podendo reduzir essas perdas (SEPÚLVEDA *et al.*, 2007; GUSHA *et al.*, 2013; BRITO *et al.*, 2020). No entanto, a intenção desse estudo foi fornecer umidade e açúcares para a fermentação da planta de milho sem espigas. Apesar do aumento das PE com a inclusão de palma forrageira, esses valores estão condizentes com os relatados na literatura para a silagem de milho por Rabelo *et al.* (2012) e Junges *et al.* (2013) que encontraram valores médios de 13 kg/ton de efluente e 4,22 a 20,45 kg/ton, para os respectivos autores.

A RMS também foi influenciada pela adição de palma forrageira na silagem de milho, apresentando efeito quadrático ($P=0.0057$), com maior valor estimado no nível de 20,94% de palma forrageira (Tabela 5). Pereira *et al.* (2022) define que silagens com RMS acima de 90% são consideradas excelentes, devido à baixa perda de nutrientes na forma de gases e efluentes. No presente estudo, a RMS quando se tem 20,94% de palma forrageira na ensilagem do milho sem espiga é estimado em 91,18%. Porém, observa-se na tabela 5 que a adição de 20% de palma forrageira também proporcionou RMS acima de 90%, demonstrando baixas perdas por gases e efluentes. Essa redução nas perdas se deve a ação da palma forrageira em fornecer carboidratos solúveis e o aumento na densidade de compactação, resultando em uma menor anaerobiose e favorecendo a fermentação láctica.

A inclusão de 10 e 20% de palma forrageira foram capazes de acentuar a queda do pH nas silagens, onde para o tratamento sem a inclusão de palma a queda do pH foi mais lenta em virtude da menor quantidade de carboidratos solúveis disponível para ação das BAL, já no nível de 40%, a queda do pH foi menos acentuada resultando em um pH acima da faixa recomendada por McDonald *et al.* (1991), devido à ação tamponante da palma forrageira na massa ensilada. O rápido decréscimo de pH inibe o surgimento de microrganismos indesejáveis, como: *Bacillus*, *Listeria*, *Clostridium* e *Enterobacteria*, reduzindo fermentações indesejáveis que propiciam perdas de nutrientes e resultando numa maior RMS da silagem. Para o nível de 40%, a RMS foi menor em virtude da palma forrageira utilizada em todos os tratamentos apresentava cladódios mais jovens, assim constituída de uma baixa quantidade de mucilagem e maior umidade (GUSHA *et al.*, 2013; NOGUEIRA *et al.*, 2019), resultando em uma maior atividade de água e maiores perdas tanto por gases como por efluentes. Segundo Jobim *et al.* (2007) e Kung Jr *et al.* (2018) em situações em que o teor de umidade da forragem no momento da ensilagem está acima de 80% há uma predominância de microrganismos como enterobactérias, clostrídios e leveduras, que acabam por promover fermentações indesejáveis resultando em perdas de nutrientes de forma geral.

Ao avaliar a microbiologia das silagens observou-se que utilização de palma forrageira como aditivo resultou em efeito linear decrescente ($P=0.030$) para a contagem de BAL com valores médios variando entre 8.39 e 7.88 UFC/g de silagem e efeito quadrático ($P=0.001$) para a contagem de ML, com menor contagem estimada em 30,92% de palma forrageira (Tabela 6). Essa redução na contagem de BAL ao final do processo fermentativo pode estar associado a um pico mais rápido de crescimento desse grupo microbiano em função da

elevada quantidade de substratos e maior umidade, fazendo com que ao final do processo fermentativo a contagem já não fosse tão elevada.

Tabela 6. Contagem microbiológica de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.

Contagem antes da ensilagem								
Item	Níveis de palma forrageira ¹							
	0%	10%	20%	40%				
BAL ² (UFC ⁶ /g de silagem)	8.48	8.48	8.48	7.89				
ML ³ (UFC ⁶ /g de silagem)	8.48	5.35	5.96	4.28				
Contagens na abertura – 100 dias								
Item	Níveis de palma forrageira ¹					EPM ⁴	P – Valor ⁵	
	0%	10%	20%	40%	L		Q	
BAL ² (UFC ⁶ /g de silagem)	8.39	8.30	8.21	7.88	0.15	0.030	0.696	
ML ³ (UFC ⁶ /g de silagem)	5.95	3.56	3.78	3.70	0.11	0.001	0.001	

¹0% - Silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira e 40% - silagem de milho sem espiga aditivada com 40% de palma forrageira; ²BAL: bactérias ácido lácticas; ³ML: mofo e leveduras; ⁴Erro padrão da média; ⁵P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%; ⁶UFC: unidades formadoras de colônias.

² $\hat{Y} = -0,013x + 8,41 (R^2 = 0.9721)$

³ $\hat{Y} = 0,003x^2 - 0,191x + 5,72 (R^2 = 0.8383)$

Vale a pena salientar que em todos os níveis de inclusão de palma houve uma predominância de BAL em relação a ML (Tabela 6). Teggene *et al.* (2007) explicaram que devido ao alto teor de carboidratos altamente fermentáveis da palma, durante o processo fermentativo há uma elevada liberação de açúcares solúveis sendo disponibilizados no meio para a utilização de determinados grupos microbianos, com destaque para as BAL. Segundo Pereira *et al.* (2020) o padrão heterofermentativo que ocorre ao se utilizar palma, resultado da ação de bactérias do gênero *Weissella* que possuem um maior potencial de produzir ácido acético, dessa forma, inibindo o crescimento de mofos e leveduras na silagem. Santos *et al.* (2020) afirmam que embora a produção de silagem vise uma maior produção de ácido láctico, a presença de níveis consideráveis de ácido acético pode ser benéfico, já que esse tipo de ácido possui a capacidade de inibir a proliferação de leveduras, e assim, garantindo uma alta estabilidade aeróbia após a exposição das silagens ao ar, o que também foi observado no presente estudo.

Vários autores têm observado o efeito benéfico da palma forrageira em melhorar o padrão fermentativo aumentando a população de BAL, ácido láctico e ácido acético, auxiliando na queda de pH e aumento na concentração de ácido láctico e acético, além de reduzir significativamente o surgimento de leveduras que afetam negativamente a estabilidade

aeróbia das silagens (MACÊDO *et al.*, 2018; PEREIRA *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2022).

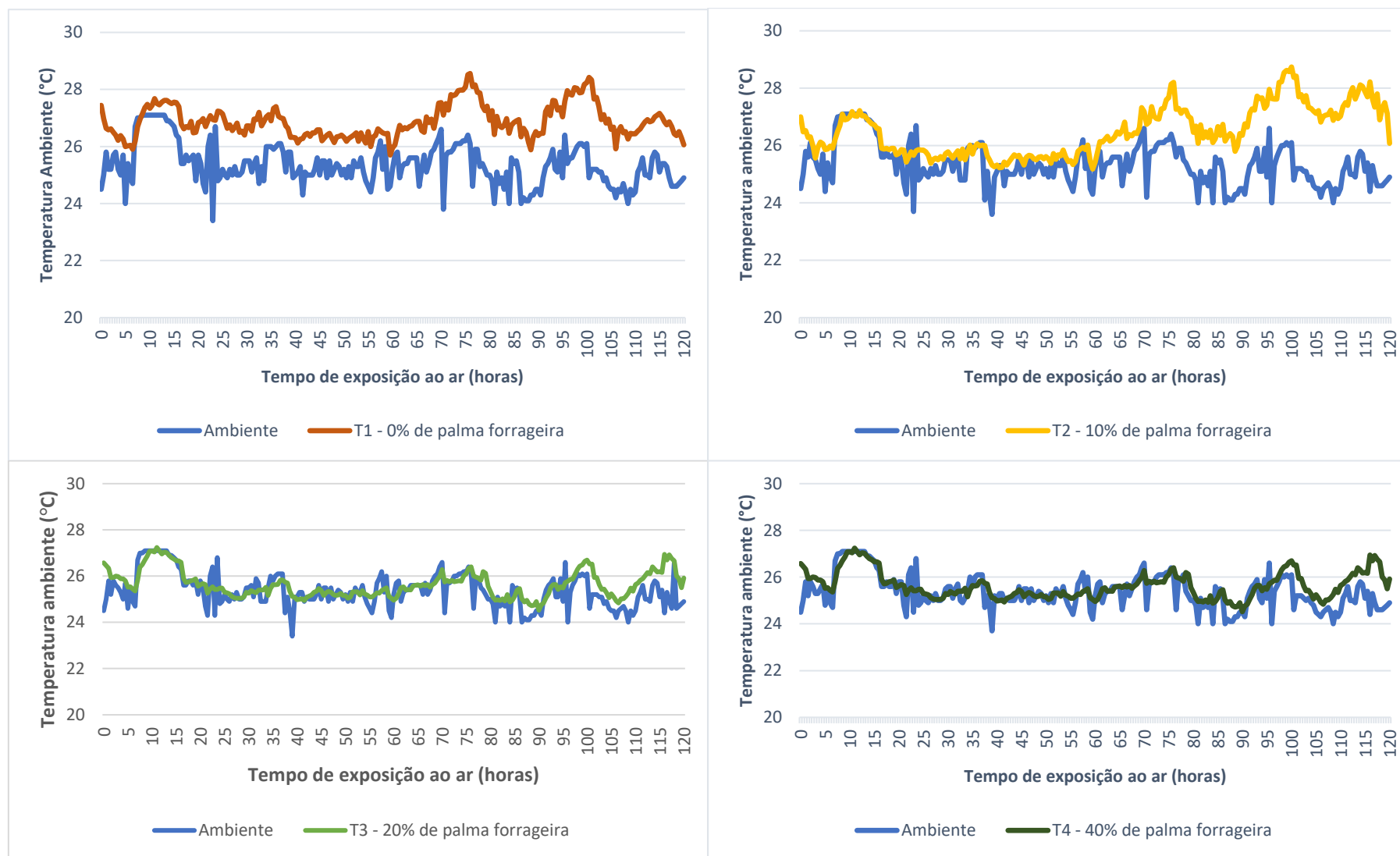


Figura 1. Estabilidade aeróbia de silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.

A inclusão de palma forrageira melhorou significativamente a estabilidade aeróbia da silagem de milho sem espiga (Figura 1). A partir dos resultados obtidos foi possível observar um aumento no tempo para quebra da estabilidade aeróbia, em que o nível com 20% de palma apresentou uma quebra de estabilidade com 96 horas e o com 40% não houve quebra de estabilidade durante as 120 horas de avaliação, indicando um efeito benéfico da palma na silagem de milho sem espiga. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Pereira *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2020) que também não observaram quebra na estabilidade aeróbia quando expuseram silagens de palma forrageira ao ar por 96 horas. Santos *et al.* (2020) ressaltaram que a palma forrageira apresenta a capacidade de desencadear uma fermentação tanto láctica quanto acética, ocasionando assim, um melhor padrão de fermentação. Essa informação é suportada em razão das silagens com palma, terem uma predominância de bactérias do gênero *Weissella* que são heterofermentativas obrigatórias, produzindo também o ácido acético em grandes proporções, que inibem mofo e leveduras, o que torna essas silagens mais estáveis (PEREIRA *et al.*, 2020).

Esse padrão fermentativo heterolático da palma pode estar associado, também, a presença de substâncias tamponantes na sua mucilagem, como: oxálico, ácido málico, cítrico, malônico, succínico e tartárico resultantes do metabolismo do ácido crassuláceo (PETERA *et al.*, 2015; ISAAC *et al.*, 2016) que mantém o pH das silagens por mais tempo na faixa de pH intermediária e favorável para o crescimento de BAL heterofermentativas. Santos *et al.* (2020) enfatizam que alguns desses ácidos pode apresentar ação antifúngica que associado ao alto teor de ácido acético, garante uma alta estabilidade aeróbia quando há palma forrageira como aditivo em silagens.

Tabela 7. Concentração de ácidos orgânicos (g kg⁻¹MS) das silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.

Item	Níveis de inclusão de palma ¹				EPM ²	Valor – P ³	
	0%	10%	20%	40%		L	Q
AL ⁴	22.57	38.45	37.66	23.47	3.44	0.555	0.001
AA ⁵	15.37	25.16	29.67	27.86	1.27	0.001	0.001
AL:AA ⁶	1.47	1.53	1.26	0.81	0.08	0.001	0.090

¹0% - silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira, 40% - silagem de milho sem espiga aditivada com 40% de palma forrageira; ²AL: ácido láctico; AA: ácido acético; AL:AA: proporção ácido láctico:ácido acético; ³EPM: erro padrão da média; ⁴Valor – P: Probabilidade ao nível de 5% de significância.

⁴ $\hat{Y} = -0,041x^2 + 1,62x + 2,36$ ($R^2 = 0.9440$)

⁵ $\hat{Y} = -0,0207x^2 + 1,14x + 15,50$ ($R^2 = 0.9981$)

⁶ $\hat{Y} = -0,181x + 15,84$ ($R^2 = 0.8977$)

Para as concentrações de ácidos orgânicos presentes nas silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira (Tabela 7), foi observado efeito quadrático significativo para AL (P=0.001), AA (P=0.001) e efeito linear decrescente para a relação AL:AA (P=0.001). Para o AL, a maior concentração foi estimada pelo modelo matemático ao nível de 19,85% de inclusão de palma forrageira. Com relação ao AA, o ponto máximo de concentração foi estimado pela equação ao nível de 27,54%. Para a proporção entre o AL:AA, o ponto de máxima na concentração foi obtido com uma relação de 0,94. Os valores obtidos no presente estudo para o AL de 22.57, 38.45, 37.66 e 23.47 g kg⁻¹ respectivamente para os tratamentos 0, 10, 20 e 40% evidenciam que a inclusão de palma forrageira na ensilagem da planta de milho sem espiga proporcionou uma melhora significativa no padrão fermentativo das silagens. Esse aumento na concentração de AL pode ser explicado pela maior disponibilidade de carboidratos solúveis presente na palma conforme já relatado por Mciteka (2008), esse substrato é prontamente disponibilizado para ação das BAL, resultando no aumento na produção de AL.

A inclusão de palma forrageira na ensilagem da planta de milho sem espiga também proporcionou um aumento na concentração de AA, atingindo um valor máximo de 29,67 g kg⁻¹MS ao nível de 20% de inclusão de palma forrageira. Diversos autores ao utilizarem a palma associada ou como aditivo em outras forragens também relataram um aumento na concentração de ácido acético ao se incluir a palma, (MACÊDO *et al.* 2018; MATIAS *et al.*, 2020; BRITO *et al.*, 2020; e SANTOS *et al.*, 2020). Esse aumento na concentração do AA, conforme discutido anteriormente, pode apresentar relação com ao padrão heterofermentativo resultado da presença das bactérias do gênero *Weissella*, produzindo maiores quantidades de

AA em condições onde o pH apresenta uma queda menos acentuada, em virtude da ação tamponante da palma, o que é um indicativo do aumento na estabilidade aeróbia das silagens, como observado na Figura 1, devido ao potencial antifúngico do AA inibindo a proliferação de mofo e leveduras e assim, tornando as silagens mais estáveis após a exposição ao ar.

No experimento II, avaliando o uso das silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira na dieta de ovinos em terminação foi observado efeito estatístico para o Consumo de MS (g/kg) ($P=0.0135$), Consumo de MO (g/kg) ($P=0.0152$), Consumo de EE (g/kg) ($P=0.0001$), Consumo de CNF (g/kg) ($P=0.0007$) e Consumo de EM (Mcal/kg) ($P=0.0289$) descrito na Tabela 8.

Para a variável de Consumo de MS (g/kg), os valores encontrados no presente trabalho estão abaixo do preconizado pelo NRC (2007), onde é estabelecido um consumo de matéria seca em torno de 1000 g/animal/dia para animais com 20 kg de peso vivo (Tabela 8). Os valores do consumo de MS observado estiveram abaixo dos valores recomendados pelo NRC (2007), que preconiza um consumo médio diário de 1000 g/animal para animais com ganho de 200 g/dia. Este resultado provavelmente está correlacionado com o aumento no teor de fibra das dietas, conforme corroborado pelo FDN efetivamente consumido. Além disso, houve uma redução na digestão do FDN, que afetou as características do rúmen. Este estudo apoia a hipótese geral de que a baixa digestibilidade do FDN resulta em uma diminuição nas taxas de passagem (PINHO *et al.*, 2018). Portanto, espera-se um efeito de preenchimento no rúmen, diminuindo a ingestão de MS, principalmente nos tratamentos com alta proporção da palhada de milho. Outros estudos evidenciaram resultados semelhantes para composição da silagem da palhada de milho, caracterizada pelo alto teor de fibras e teores moderados de proteína bruta e energia (ELKHOLY *et al.*, 2009; FENG *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2017).

Neste mesmo sentido, Mertens (2001) afirmou que consumos de NDF superiores a 1,2% do peso vivo resultam no enchimento ruminal ocasionando uma limitação no consumo. No presente estudo, o consumo médio de NDF dos tratamentos foi de 1,55% ou 15,51 g de NDF/kg de peso corporal, dessa forma, estando acima do recomendado.

Os resultados para o consumo de EE já eram esperados, tendo em vista que a composição das dietas formuladas, em que menores valores para este consumo foram devido a diluição desse nutriente à medida que aumentava a inclusão de palma forrageira na ensilagem da planta de milho sem espiga, uma vez que a palma apresenta baixas concentrações deste nutriente em sua composição (Frota *et al.*, 2015). De forma similar,

Matias *et al.* (2020), também observaram uma redução no consumo de EE à medida que se aumentava a inclusão de palma forrageira na ensilagem da maniçoba na dieta de caprinos.

Com relação as variáveis de Consumo de CNF (g/kg) e EM (Mcal/kg) foi observado maiores valores médios de 303.97 g/kg e 3.23 Mcal/kg para o tratamento com 20% de palma forrageira, respectivamente. Esse aumento no consumo desses nutrientes pode estar relacionado com as maiores concentrações dos mesmos no tratamento com 20% de palma forrageira, devido os maiores teores de CNF e NDT presentes nessa cactácea, como relatado anteriormente. De acordo com Cordova-Torres (2017) a utilização da palma em substituição a concentrados energéticos tem sido amplamente estudada há vários anos, dessa forma, com a ausência da espiga de milho nas silagens, a inclusão da palma forrageira torna-se uma alternativa para suprir ou aumentar o valor energético da silagem.

Tabela 8. Ingestão de água, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira.

Item ²	Níveis de palma forrageira ¹			EPM ³	P – Valor ⁴
	0%	10%	20%		
Água via alimento, L/dia	964.80b	895.85b	1280.23a	35.49	0.0001
Água via bebedouro, L/dia	1388.82a	1398.33a	1064.65b	74.14	0.0019
Água total, L/dia	2353.62	2294.18	2344.88	80.66	0.8537
Consumo MS, g/dia	794.31ab	752.31b	839.80a	21.88	0.0201
Consumo MO, g/dia	748.54ab	677.86b	774.71a	24.12	0.0152
Consumo PB, g/dia	112.53	101.92	113.44	3.70	0.0527
Consumo EE, g/dia	36.43a	29.20b	29.40b	1.02	0.0001
Consumo CNF, g/dia	272.17ab	244.04b	303.97a	10.79	0.0007
Consumo FDN, g/dia	327.40	302.69	327.89	9.85	0.1215
Consumo EM, Mcal/kg	3.19ab	2.87b	3.23a	0.11	0.0289
Digestibilidade					
MS, g/kg	687.08	696.94	681.82	6.37	0.1984
MO, g/kg	732.34a	740.38ab	710.47b	7.65	0.0187
PB, g/kg	872.00	849.20	861.50	6.70	0.0601
EE, g/kg	810.20b	814.10b	844.80a	8.60	0.0095
FDN, g/kg	486.54b	529.76a	545.49a	10.82	0.0005
CNF, g/kg	913.51a	869.84b	875.97b	6.58	0.0001

EM, Mcal/kg	3.83a	3.75a	3.61b	0.03	0.0001
-------------	-------	-------	-------	------	--------

¹0% - silagem da planta de milho sem espiga; 10% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira; 20% - silagem da planta de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; ²MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P-Valor: Probabilidade significativa ao nível de 5%.

Também foi observado diferença significativa para a ingestão de água via alimento (P=0.0001) e ingestão via bebedouro (P=0.0019) entre os tratamentos, com valores médios para ingestão de água via alimento de 964.80, 895.85, 1280.23 L/dia e para água via bebedouro de 1388.82, 1398.33, 1064.65 L/dia, com 0, 10 e 20% de palma forrageira, respectivamente (Tabela 8). Essa redução na ingestão de água via bebedouro também foi observada em diversos trabalhos utilizando a palma associada com outra forragem ou seu uso exclusivo na forma *in natura* ou de silagem (NETO *et al.*, 2016; CORDOVA-TORRES *et al.*, 2017; MIRANDA-ROMERO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2021). Gusha *et al.* (2015) reforçam que a associação da palma forrageira com outras forragens, além de fornecer uma reserva de água, recurso de extrema importância para a sobrevivência do rebanho em regiões semiáridas, onde a escassez de água potável afeta diretamente a produção animal.

A redução da ingestão de água de modo que não afete o desempenho dos animais é um ponto de extrema importância, sobretudo em regiões semiáridas. Al-Dawood (2017) enfatiza que para que se haja uma produção animal adequada, é necessário um equilíbrio hídrico estável ou positivo, tendo em vista a participação da água em diversas funções fisiológicas do organismo.

Esse efeito seletivo também pode ser a causa da diferença na ingestão de FDN pelos animais, uma vez que com a maior presença de palma forrageira na silagem, no caso o tratamento com 20%, ela permitiu uma maior agregação de partículas tanto de forragem como de concentrando, dessa forma, reduzindo a seleção. O que possivelmente não ocorria nos tratamentos sem a inclusão de palma e com 10%, fazendo com que os animais selecionassem primeiro o concentrado. Outra possibilidade para maior digestibilidade da fração fibrosa nos tratamentos SMSE + 10% e SMSE + 20% pode estar relacionado com a melhoria no ambiente ruminal proporcionado pela presença de substrato prontamente fermentável proveniente da inclusão da palma forrageira. Tauqir (2010) ressalta que a inclusão de um substrato prontamente fermentável favorece a ação das bactérias celulolíticas, dessa forma, aumentando a digestibilidade da FDN. Ahmad *et al.* (2018) ao incluírem 6% de solução de melaço na ensilagem de palhada de milho na dieta de bezerros Sahiwal em crescimento, observaram uma

maior digestibilidade da FDN quando comparado com a silagem de milho e a silagem da palhada de milho com outros aditivos.

Com relação a digestibilidade dos nutrientes, apenas as variáveis de MO ($P=0,0089$), EE ($P=0,0095$), CNF ($P=0,0001$) e EM ($P=0,0001$) apresentaram diferença significativa, com valores médios de 735.70, 741.70, 702.10 g/kg de MO, 810.20, 814.10, 844.80 g/kg de EE, 912.80, 870.30, 880.10 g/kg de CNF e 3.83, 3.75, 3.61 g/kg de EM para os respectivos tratamentos 0, 10 e 20% de palma forrageira (Tabela 8). Essa superioridade para tais variáveis pode estar associada ao maior efeito seletivo por parte dos animais, uma vez que a inclusão da palma forrageira na silagem permitiu não uma redução nos componentes concentrados da dieta como também uma redução na inclusão deles nas dietas experimentais. No qual, os tratamentos com 0 e 10% de palma forrageira, apresentaram maior digestibilidade desde nutrientes devido a maior seletividade dos grãos, o que consequentemente, resultaria na maior digestibilidade.

Avaliando o uso das silagens de milho sem espiga aditivada com palma forrageira na dieta de ovinos confinados (Tabela 9) foi observado diferença significativa para o GPT ($P=0.0148$) com ganho de peso total de 9.08, 8.96 e 10.80kg, para a variável GMD ($P=0.0148$) com ganhos médio diário de 0.186, 0.194 e 0.216g/dia, para a variável CA ($P=0.0229$) com valores médios de 4.56, 4.13 e 3.72 e para a EA ($P=0.0137$) com valores médios de 0.22, 0.25 e 0.28, respectivamente para os tratamentos 0, 10 e 20% de palma forrageira.

Tabela 9. Desempenho de ovinos confinados alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.

Item ²	Níveis de palma forrageira ¹			EPM ³	P – Valor ⁴
	0%	10%	20%		
GPT (kg)	9.08b	8.96b	10.80a	0.47	0.0148
GMD (g/dia)	0.186b	0.194b	0.216a	0.01	0.0148
CA (kg MS/kg de GMD)	4.56a	4.13ab	3.72b	0.20	0.0229
EA (kg de GMD/kg MS)	0.22b	0.25ab	0.28a	0.01	0.0137

¹0% - silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; ²GPT: ganho de peso total; GMD: ganho médio diário; CA: conversão alimentar; EA: eficiência alimentar; ³EPM: Erro padrão da média; ⁴P-Valor: probabilidade significativa ao nível de 5%.

As dietas foram formuladas para atingir um ganho diário de 200 g para ovinos confinados de acordo com o NRC (2007), no qual tal resultado foi observado apenas para a dieta com 20% de palma forrageira com 216 g/dia (Tabela 9) em virtude do maior consumo de matéria seca e maior consumo de NDT e energia metabolizável, propiciando um maior

aporte energético para os animais, o que resultou num maior desempenho. Conforme discutido anteriormente, a utilização da palma em substituição a concentrados energéticos tem sido amplamente estudada há vários anos, dessa forma, com a ausência da espiga de milho nas silagens, a inclusão da palma forrageira torna-se uma alternativa para suprir ou aumentar o valor energético da silagem, e assim, garantir um desempenho satisfatório dos animais.

Porém, é importante reforçar que em algumas situações em que a inclusão de palma na dieta de ruminantes é alta, há uma tendência de ocorrer distúrbios metabólicos que afetam o desempenho dos animais. Essa redução está associada aos baixos níveis de fibra da palma que levam a uma alta taxa de passagem, que quando não associada corretamente a uma forragem, pode resultar em quadros de diarreia, devido ao efeito laxativo da sua mucilagem resultando em fezes mole, além de poder ocasionar em casos de timpanismo e acidose ruminal em virtude da sua alta concentração de carboidratos altamente fermentáveis (SANTOS *et al.*, 2010; MACÊDO *et al.*, 2018), o que não foi observado no presente trabalho, em que o nível de inclusão de palma resultou apenas em efeitos sobre o perfil fermentativo e a qualidade da silagem, dessa forma, não afetando o desempenho dos animais.

Para as variáveis do comportamento ingestivo não houve efeito significativo para as variáveis alimentando ($P=0.1863$) e ócio ($P=0.2462$), com valores médios de 360.00 min/dia, 407.50 min/dia e 392.50 min/dia para o tempo despendido se alimentando e 580.00 min/dia, 617.50 min/dia e 512.50 min/dia para o tempo em ócio (Tabela 10). Porém, os animais consumindo silagem de milho sem espiga com 20% de palma forrageira despenderam um maior tempo ruminando do que os animais consumindo a silagem com 10% de palma ($P=0.0143$) que os animais que consumiam apenas silagem de milho sem espiga.

Tabela 10. Comportamento ingestivo, eficiências de alimentação e ruminação e tempo de mastigação total de ovinos alimentados com silagem de milho sem espiga aditivada com níveis de palma forrageira.

Item	Níveis de palma forrageira ¹			EPM ²	P – Valor ³
	0%	10%	20%		
Alimentando (min/dia)	360.00	407.50	392.50	16.80	0.1863
Ruminando (min/dia)	483.33b	456.67b	530.00a	11.11	0.0143
Ócio (min/dia)	580.00	617.50	512,50	41,07	0.2462
Eficiência de alimentação e ruminação					
Eficiência de alimentação					
g MS/hora	2.01	1.93	2.39	0.17	0.1947
g FDN/hora	0.69	0.67	0.88	0.06	0.0590
Eficiência de ruminação					
g MS/hora	1.40b	1.96a	1.83a	0.10	0.0111

g FDN/hora	0.48b	0.67a	0.67a	0.03	0.0013
Tempo de mastigação total					
min/dia	872.50	817.50	905.00	43.54	0.3949

¹0% - silagem de milho sem espiga, 10% - silagem de milho sem espiga aditivada com 10% de palma forrageira, 20% - silagem de milho sem espiga aditivada com 20% de palma forrageira; ²EPM: erro padrão da média; ³P-Valor: probabilidade significativa ao nível de 5%.

A avaliação do comportamento ingestivo em dietas contendo palma forrageira é uma importante ferramenta para explicar possíveis problemas relacionados a redução de consumo e aceitação da dieta pelos animais, tendo em vista que o teor de fibra está diretamente relacionado com o consumo alimentar e o ato de ruminação (SCHULTZ *et al.*, 2019).

Os teores de FDN estão diretamente relacionados com a atividade mastigatória e de ruminação, Pinho *et al.* (2018) ressaltam que quanto menor são os teores de MS e FDN, maior é a taxa de passagem, portanto, menor é o número de ruminações. A ação de ruminação por parte do animal é essencial para reduzir o tamanho da partícula, dessa forma, aumentando a degradação da fibra por tornar o material mais acessível para o acesso da microbiota (BÜRGER *et al.*, 2000). Para o nível sem a inclusão de palma, esperava-se uma maior atividade de ruminação, o que não foi observado, o que pode estar associado à seleção do animal durante a alimentação, preferindo o alimento concentrado, o que possivelmente resultou em um menor número de ruminações. Efeito semelhante foi observado no estudo conduzido por Silva *et al.* (2021), que ao avaliarem o comportamento ingestivo de ovinos consumindo diferentes silagens de plantas forrageiras associadas com palma, observaram um menor número de ruminação para os animais que alimentados com silagem de palma do que com capim-buffel.

Para o tempo despendido se alimentando não foi observado efeito significativo ($P=0.1863$), os valores médios encontrados de 360, 407,50 e 392,50 min/dia estão um pouco acima dos resultados encontrados por Silva *et al.* (2021), porém esses autores também não encontraram diferença significativa para as dietas avaliadas, em ambos os casos, esses resultados podem estar relacionados com a similaridade de fibra das dietas. De maneira geral, os resultados obtidos estão de acordo com o preconizado por Van Soest (1994) onde o tempo gasto por animais confinados se alimentando podem passar de 6 horas por dia.

Com relação a eficiência de alimentação e ruminação não foi observado efeito estatístico para as variáveis de eficiência de alimentação g MS/hora ($P=0,3976$) e eficiência de alimentação g FDN/hora ($P=0,2915$), porém houve efeito estatístico para eficiência de ruminação g MS/hora ($P=0,0117$) e eficiência de ruminação g FDN/hora ($P=0,007$). O tempo de mastigação total também não apresentou diferença estatística ($P=0,3949$) (Tabela 10).

Essa diferença com relação a eficiência de ruminação da MS e FDN apresenta correlação com os dados do comportamento ingestivo para a variável de ruminação, uma vez que a dieta contendo maior inclusão de palma permitiu uma menor seleção das partículas dos alimentos, de modo que os animais que se alimentaram com as dietas com 0 e 10% de palma forrageira consumiam primeiro o concentrado, dessa forma, influenciando na atividade de ruminação.

Com base nos resultados do experimento I, a inclusão da palma como aditivo na silagem de milho sem espiga melhorou o perfil fermentativo e a sua estabilidade aeróbia, bem como, reduziu as perdas de silagem por mofo após a abertura, demonstrando o efeito positivo da palma em conservar a planta de milho sem espiga. Esses resultados são muito importantes para a recomendação de um aditivo para ensilagem, pois as reduções das perdas durante a ensilagem e após abertura dos silos resultam em redução dos custos com alimentação no confinamento, uma vez que reduz os custos das silagens.

Os resultados do experimento II, mostraram que a inclusão da palma forrageira promoveu um maior consumo de matéria seca e melhor aproveitamento da dieta, resultando num maior desempenho animal, além de reduzir a ingestão de água via bebedouro por ovinos por suprir parte da necessidade hídrica via alimento, ponto extremamente relevante em condições de semiárido.

5. CONCLUSÃO

A inclusão de palma forrageira na ensilagem da planta de milho sem espiga melhora o perfil fermentativo, reduz as perdas durante a fermentação e após a abertura do silo, aumenta a estabilidade aeróbia e o uso da silagem de milho sem espiga aditivada com palma forrageira na terminação de ovinos promove um maior desempenho, além de reduzir a ingestão de água via bebedouro, garantindo um aporte hídrico via alimento, essencial em regiões semiáridas. Dessa forma, recomenda-se a inclusão de 20% de palma forrageira na matéria natural como aditivo na ensilagem da planta de milho sem espiga.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Hort.** 995, 297–301. 2013.
- ADOUS, F.E. **Dissemination of feed based on cactus silage by breeder of Rhamna region.** 2016. Disponível em: <<https://www.feedingknowledge.net>>. Acesso em: 12 de julho de 2020.
- AHMAD, F.; TAUQIR, N. A.; TAHIR, N.; ASGHAR, A.; MUJAHID, N.; ABBAS, K.; HANNAN, A.; AHMAD, N.; BILAL, R. M. Performance evaluation of corn and corn stover silages with diferente feed aditives in growing Sahiwal calves. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol 9, Issue 5. 2018.
- AL-DAWOOD, A. Towards heat stress management in small ruminants – a review. **Annals of Animal Science.** 17, 59–88. 2017.
- ALMEIDA, I. V. B.; SOUZA, J. T. A. & BATISTA, M. C. Melhoramento genético de plantas forrageiras xerófilas: Revisão. **PUBVET**, v.13, n.8, p.1-11. 10.31533/pubvet.v13n7a382.1-11. 2019.
- ANDRADE, I. R. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; GUIMARÃES, V. P.; SILVA, L. V.; EVANGELISTA, M. E. S. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de ovinos utilizando diferentes fontes proteicas na ração concentrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v. 15, nº 3, p. 717-730. 2014.
- ARTIOLI, L. F. A.; MORIEL, P.; POORE, M. H.; MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Decreasing the frequency of energy supplementation from daily to three times weekly impairs growth and humoral immune response of preconditioning beef steers. **Journal of Animal Science.** 93, 5430 - 5441. 2015.
- ARTUZO, F. D., FOGUESATTO, C. R., MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, J.; SOUZA, A. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, pp. 515-540, 2019.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** International 17th edition; Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical Communities, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** 19th.edition., Gaithersburg, MD, USA, pp.2610. 2012.
- BATISTA, A. M. V.; NETO, R. C. A.; LUCENA, B. R.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JR, J. B.; MUSTAFA, A. R. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, n. 3, p. 297-301, 2009.

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.

BEN SALEM, H. & ABIDI, S. Recent advances on the potential use of *Opuntia spp.* in livestock feeding. In: **VI International Congress on Cactus Pear and Cochineal 811.** p. 317-326. 2009.

BEN SALEM, H. & SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v. 77, n. 2, p. 174-194. DOI:10.1016/j.smallrumres.2008.03.008. 2008.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Spineless cactus in replacement of elephant grass hay. Effect on intake, apparent digestibility and ruminal fermentation characteristics in sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36 (6): 1902-1909. 2007.

BOLSEN, K. K., ASHBELL, G., & WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 9(5), 483-494. doi:https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483. 1996.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, E. R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**. 101, 3952–3979.

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

BRITO, G. S. M. S., SANTOS, E.M., ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; PERAZZO, A. F.; CAMPOS, F. S.; LIMA, A. G. V. O.; CAVALCANTI, H; C. Mixed silages of cactus pear and gliricidia: chemical composition, fermentation characteristics, microbial population and aerobic stability. **Scientific Reports** v. 10. 2020.

CAMPOS, P. N.; PEREIRA, R. S. & BORGES, I. D. Características da Forragem de Plantas Remanescentes da Colheita de Minimilho em Diferentes Épocas de Semeadura e Idades de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., **Anais.** Águas de Lindóia. 2012.

CARDOSO, D. B., CARVALHO, F. F. R., MEDEIROS, G. R.; GUIM, A.; CABRAL, A. M. D.; VÉRAS, R. M. L.; SANTOS, K. C.; DANTAS, L. C. N.; NASCIMENTO, A.

G. O. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, 24723-31, 2019.

CARDOSO, M. M. T. **Desempenho e características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês e seus cruzamentos em sistema intensivo de produção**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 109 p. Dissertação de Mestrado. 2008.

CARNEIRO, W. M. A. Produção de Grãos do Nordeste em 2020. **DEE-Diário Econômico ETENE**, Ano III, n. 3, 2020.

CARVALHO, S.; FRASSON, M. F.; SIMÕES, F. S. B.; BERNARDES, G. M. C.; SIMÕES, R. R.; GRIEBLER, L.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; MENEGON, A. M.; DEPONTI, L. S.; SEVERO, M. M.; MELLO, V. L. Resíduo úmido de cervejaria na terminação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre as características da carcaça e dos componentes não carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69 n.3, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8573>.

CASALLI, A. O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, 335- 342. 2008.

CHANEY, A., L. & MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical chemistry**, v.8, n.2, p.130-132, 1962.

CHAPMAN, D. F.; LEE, J. M. & WAGHORN, G. C. Interaction between plant physiology and pasture feeding value: a review. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n. 8, p. 721-734, 2014.

CHAPPLE, W. P.; CECAVA, M.; FAULKNER, D. B.; FELIX, T. L. Effects of feeding processed corn stover and distillers grains on growth performance and metabolism of beef cattle. **Journal of Animal Science**. 93:4002–4011. <https://doi.org/10.2527/jas.9059> Circular Técnica, 16). 2015.

CONCEIÇÃO, M. G., FERREIRA, M. A., SILVA, J. L.; COSTA, C. T. F.; CHAGAS, J. C. C.; MONTEIRO, C. C. F. Can cactus (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw) cladodes plus urea replace wheat bran in steers' diet? **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 31(10):1627-1634, 2018.

CORDOVA-TORRES, A. V.; MENDONZA-MENDONZA, J. C.; BERNAL-SANTOS, G.; KAWAS, J. R.; COSTA, R. G.; MONDRAGON JACOBO, C.; ANDRADE-MONETMAYOR, H. M. Nutritional Composition, in vitro Degradability and Gas Production of *Opuntia ficus indica* and Four Other Wild Cacti Species. **Life Science Journal**, v. 12, n. 2s, 2015. ISSN: 1097-8135.

COSTA, R., CARTAXO, F. Q., SANTOS, N. M.; QUEIROGA, R. C. Carne caprina e ovina: Composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 9, 497–506, 2008.

COSTA, T. S. A.; COSTA FILHO, J. F.; BARACHO, D. C.; SANTOS, T. S.; MARINHO, E. C. S. Análise da temperatura do ar em Areia - PB, em anos de ocorrência de “El Niño”. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Guarapari. **Anais...** Guarapari. CBA. 2011.

COSTA, R. F.; PIRES, D. A. A.; MOURA, M. M. A.; SALES, E. C. J.; RODRIGUES, J. A. S.; RIGUEIRA, J. P. S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 38(2), 127-133. 2016.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A. & GONTIJO NETO, M. M. **Milho para silagem**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília: EMBRAPA, 2013. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx50k0pvo4k3j537ooi.html>. Acesso em: 16 de julho de 2020.

ÇÜREK, M. & ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage. Research Article Mustafa. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v. 28, p. 633–639, 2004.

DERIAZ, R. E. Routine analysis of carbohydrate and lignin in herbage. **Journal of Science Food and Agriculture**. v. 12, p. 150-160, 1961.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A. & VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para análise de alimentos** – INCT- Ciência animal. 1. Ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DEVANT, M.; QUINTANA, B.; ARIS, A.; BACH, A. Fattening Holstein heifers by feeding high-moisture corn (whole or ground) ad libitum separately from concentrate and straw. **Journal of Animal Science**. 93, 4903-4916. 2015.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243-252. 2011.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T. & SANTOS, M. V. F. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, 1329-40, 2013.

DUBEUX JÚNIOR., J. C. B., DOS SANTOS, M. V. F., DE MELLO, A. C. L.; CUNHA, M. V.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C. Forage potential of cacti on drylands. **Acta Horticulturae (ISHS)**, Leuven, v. 1. n. 1067-24, p. 181-186, 2015.

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, p. 350–356, 1956.

- DUCKWORTH, M. J.; SCHROEDER, A. R.; SHIKE, D. W.; FAULKNER, D. B.; FELIX, P. A. S. Effects of feeding calcium oxide on growth performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism of cattle. **The Professional Animal Science**. 30:551–560. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01314>. 2014.
- ELKHOLY, M. E. H.; HASSANEIN, E. I.; SOLIMAN, M. H.; ELERAKY, W.; ELGAME, M. F. A.; IBRAHEIM, D. Efficacy of feeding ensiled corn residues to sheep. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(12):1858–1867. 2009.
- FAOSTAT**, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- FAUSTINO, T. F.; DIAS E SILVA, N. C.; LEITE, R. F.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. Utilização de grão de milho reidratado e casca de café na alimentação animal. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, pp. 259-275, 2020.
- FENG, Y. Z.; ZHAO, X. L.; GUO, Y.; YANG, G. H.; XI, J. C.; REN, G. X. Changes in the material characteristics of maize straw during the pretreatment process of methanation. *Journal Biomed Biotechnology*. 2012:325426. 2012.
- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F. & BORGES, L. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, 13(3), 4652-4656. Recuperado: classroom.google.com/u/1/c/MTE4Njc0Nzg1ODc0. 2016.
- FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D. & LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3937-3951, 2018.
- FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S. & SILVA, F. M. **Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Editora UFRPE, Recife. 2011.
- FIGUEIREDO JUNIOR, C. A.; JUNIOR A. S. V.; NOGUEIRA FILHO, A. N. O mercado da carne de ovinos e caprinos no Nordeste: avanços e entraves. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Fortaleza - CE, **Anais...** Fortaleza: Congresso Sober, (CD – ROM). 2009.
- FONTANELI, R. S. & SANTOS, H. P. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária floresta na região sul-brasileira** (Vol. 1). Passo Fundo, Rio Grande do Sul: Embrapa. 2009.
- FREEMAN, S. R.; POOREA, M. H.; YOUNG, G. A.; ANDERSON, K. L. Influence of calcium (0.6 or 1.2%) and phosphorus (0.3 or 0.6%) content and ratio on the formation of urolithogenic compounds in the urine of Boer-cross goats fed high concentrate diets. **Small Ruminant Research**, 93, 94–102. 2010.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R. B. **Palma forrageira na alimentação animal**, Teresina: Embrapa Meio-Norte. 47 p. - (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104- 866X; 233). 2015.

GASCA, T. & KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1, p. 83-92. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.03.023. 2011.

GOIS, G. C.; CAMPOS, S. F.; CARNEIRO, G. G.; SILVA, T. S.; MATIAS, A. G. S. Estratégias de alimentação para caprinos e ovinos no Semiárido brasileiro. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, n.4, p.7001-7007, 2017.

GOIS, G. C.; MATIAS, A. G. S.; ARAÚJO, G. G. L.; CAMPOS, F. S.; SIMÕES, W. L.; LISTA, F. N.; GUIMARÃES, M. J. M.; SILVA, T. S.; MAGALHÃES, A. L. R.; SILVA, J. K. B. Nutritional and fermentative profile of forage sorghum irrigated with saline water. **Biological Rhythm Research**. V.50, p.1–12. 2019.

GONZÁLEZ, G. & RODRÍGUEZ, A. A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.926-933, 2003.

GOVEIA, J. S. S., SOUZA, O., V., SANTOS, A. G. R.; ANTUNES, K. D. M.; OLIVEIRA, A. G.; ANDRADE, M. V. M. Partial replacement of corn by forage cactus in the diets of lactating goats. **Semina: Ciências Agrárias**. 37 (2), 969-976. 2016.

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**, 206, 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.

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

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

HU, X.; HAO, W.; 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 of Animal Science**. 28:502–510. 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estruturateritorial/15974-semiarido-brasileiro.html?edicao=24416>>. Acesso em: 14 de julho de 2020. 2018.

ISAAC, A. A. Overview of Cactus (*Opuntia Ficus-Indica* (L): a myriad of alternatives. **Studies on Ethno-Medicine**. 10, 195–205. 2016.

JAHANZAD, E., SADEGHPOUR, A., HASHEMI, M.; AFSHAR, R. K.; HOSSEINI, M. B.; BARKER, A. V. Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and as intercrops. **Grass and Forage Science**, 71(4), 584-594. 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, 101–119 2007.

JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C. O.; DANIEL, J. L. P. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences 35:371-377. 2013.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C. C.; PUNTEL, M. O.; TAIS, T. T. Nutritional additives in high moisture corn silage. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 12, 105-111. 2017.

KARIMIZADEH, E., CHAJI, M. & MOHAMMADABAD, T. Effects of physical form of diet on nutrient digestibility, rumenfermentation, rumination, growth performance and protozoapopulation offinishing lambs. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2017.01.004>. **Animal Nutrition**, 3, 139-144, 2017.

KOZLOSKI, V. G. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2011.

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.5, p. 1149- 1155, 2001.

KUNG JR, L.; ROBINSON, J.R.; RANJIT, N. K.; CHEN, J. H.; GOLT, C. M.; PESEK, J. D. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1479-1486. 2000.

LANA, R. P.; FREITAS, J. A.; MAGALHÃES, A. L. R.; SOUZA, J. C. Predição e validação do desempenho de vacas leiteiras nas condições brasileiras e uso das equações para estimativa das exigências nutricionais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, Campo Grande, 2004. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2004.

LAVEZZO, W. Efeitos da retirada das espigas de milho sobre a produção e composição das plantas e silagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.408. 1997.

LIMA, G. F. C.; WANDERLEY, A. M.; GUEDES, F. X.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; SILVA, J. G. M. **Palma forrageira irrigada e adensada: uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar**. Parnamirim: EMPARN. 62 p. (EMPARN Documentos, 45). 2015.

LIMA, P. V. P. S.; MENDES, C. M. & ROCHA, L. A. No rastro da vulnerabilidade às secas: uma análise da produção de grãos no semiárido brasileiro. **Revista Eletrônica Documento Monumento**, v. 19, n. 1, pp. 183-196, 2016.

LINS, S. E. B.; PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; SILVA, J. A. B. A.; SILVA, J. L.; SANTOS, S. A.; MELO, T. T. B. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 1, p. 26-31. ISSN: 18069290. 2016.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; GUEDES, C. C.; SANTOS, D. C.; ARAÚJO, E.; BATISTA, J. L.; ARAÚJO, L. F.; VASCONCELOS, M. F.; COELHO, R. S. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordeste**. João Pessoa: Emepa/Faepa, 130p. 2007.

LOPES, L. A.; CARVALHO, F. F. R.; CABRAL, A. M. D.; BATISTA, A. M. V.; CAMARGO, K. S.; SILVA, J. R. C.; FERREIRA, J. C. S.; PEREIRA NETO, J. D.; SILVA, J. S. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) for dairy goats. **Small Ruminant Research**, 1567-11, 2017.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; EDVAN, R. C.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F.; SÁ, W. C. C. S.; PEREIRA, D. M. Silages in the form of diet based on spineless cactus and buffelgrass. **African Journal of Range & Forage Science**. 1-9, 2018.

MACHADO, F. S.; RODRIGUEZ, M. N.; RODRIGUES, S. A. J.; RIBAS, M. N.; TEIXEIRA, A. M.; RIBEIRO JÚNIOR, G. O.; VELASCO, F. O.; GONÇALVES, L. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R. 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.

MAHANNA, B.; SEGLAR, B. & OWENS, F. **Silage Zone Manual**. Pioneer, Johnston, IA. 2014.

- MARQUES, F.; SILVEIRA, J. P. S. & MONTAGNA, G. M. R. B. Parâmetros qualitativos e quantitativos de silagem de milho sem espiga. In : **VII Encontro de Zootecnia** – UNESP, Dracena, 2010.
- MARQUES, O. F. C., PAULA GOMES, L. S., MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; PIRES NETO, O. S. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, 9(1), 75-93. 2017.
- MARTIN, P. H. & BATESON, P. Measuring Behaviour. 2ed. Cambridge: Cambridge University Press. 175p., 1993.
- MATIAS, A. G. S.; ARAUJO, G. G. L.; CAMPOS, F. S.; MORAES, S. A.; GOIS, G. C.; SILVA, T. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; VOLTOLINI, T. V. Fermentation profile and nutritional quality of silages composed of cactus pear and maniçoba for goat feeding. **The Journal of Agricultural Science**. 1–9. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000581>. 2020.
- MCDONALD, P., HENDERSON, A.R. & HERON. S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 340p, 1991.
- MCITEKA, H. Fermentation characteristics and nutritional value of *Opuntia ficusindica* var. *Fusicaulis* cladode silage, DMc. **University of the Free State**, Bloemfontein, 2008.
- MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite. Anais... Lavras: UFLA-FAEPE, n. 1, p.25-36. 2001.
- MENARDO, S.; BALSARI, P.; TABACCO, E.; BORREANI, G. Effect of conservation time and the addition of lactic acid bacteria on the biogas and methane production of corn stalk silage. **Bioenergy Research**. 8, 1810 - 1823. 2015.
- MIRANDA-ROMERO, L. A.; VAZQUEZ-MENDOZA, P.; BURGUEÑO-FERREIRA, J. A.; ARANDA-OSORIO, G. Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, 20:196-215, 2018.
- MOB, S.; SENG, M.; THENG, K.; CHEA, B. Cattle production systems in NW Cambodia. **Livestock Research for Rural Development**. Volume 26, Article #42. (Retrieved April 3, 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd26/3/sere26042.htm>). 2014.
- MORA, N. A. H. P., MACEDO, F. A. F., MEXIA, A. A.; DIAS-SENEGALHE, F. B.; OLIVEIRA, E. Q.; RADIS, A. C. Características de carcaça de cordeiras Pantaneiras abatidas com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.67 no.1 Belo Horizonte Feb. 2015.
- MUHAMMAD, A. U. R.; XIA, C. Q. & CAO, B. H. Dietary forage concentration and particle size affect sorting, feeding behavior, intake and growth of Chinese holstein male calves. **Journal of Animal and Physiologic Animal**. Nutr. (Berl) 100, 217 - 223. 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1ed. Washington, D.C.: National Academy Press, p.384, 2007.

NEFZAOUI, A. & BEN SALEM, H. Opuntia: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/2001>. Acesso: 23 Dec 2021.

NEKAHGHI, M. & MELLO, S. P. Avaliação quantitativa e qualitativa de híbrido de milho (*Zea Mays* L.) **Nucleus**, v. 4. n. 1-2, 2007.

NETO, J. P.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, S. F. J.; ANDRADE, R. P. X.; LUCENA, R. B.; GUIM, A. Water balance and renal excretion of metabolites in sheep fed forage cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 36, 322–328. 2016.

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

NOGUEIRA, M. S. **Perfil fermentativo e composição química de silagens de palma forrageira enriquecidas com fontes proteica, energética**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2015.

NOGUEIRA, M. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L. Ensilagem de palma forrageira. In: SANTOS, E. M., PARENTE, H. N., OLIVEIRA, J. S. *et al.* **Ensilagem de plantas forrageiras para o Semiárido**. São Luís: Ed. EDUFMA, p. 249, 2016.

NOGUEIRA, M. D. S.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; GONZAGA NETO, S.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F.; ZANINE, A. M.; PINHO, R. M. A.; CORRÊA, Y. R.; PEREIRA, D. M. Feed alternatives with cactus forage silage for animal nutrition. **International Journal of Agriculture and Biology**. 22, 1393–1398. 2019.

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

OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V. MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; BARROS, G. F. N. P. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos. Serra Talhada - PE. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 223 - 229, 2015.

OLIVEIRA, S. C., CAVALCANTE FILHO, F. N., RANGEL, A. H. N.; LOPES, K. B. P. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 6(3), 49-58. 2011.

OTONI, I. M. M. **Avaliação de fenos de gramíneas e leguminosas com ovinos: consumo, digestibilidade in vivo e degradabilidade in situ e in vitro**. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; LOPES, F.; FERRARI JÚNIOR, E.; NARDON, R.; OTSUK, I.; ISHIKAWA, H.; AGUIRRE, J.; TURCO, P.; AZEVEDO FILHO, J. Composição química da silagem de plantas de milho com e sem espigas. **Boletim da Indústria Animal**, N. Odessa, v.64, n.3, p.207-212, 2007.

PAIVA, M. R. F. C.; DA SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; QUEIRODA, F. M.; Doses de nitrogênio e fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi. **Revista Caatinga**, Mossoró. v.25, n.4, p.1-10, 2012.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agrônômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.411-417, 2009.

PEN, M.; SAVAGE, D.; STÜR, W.; SENG, M. Constraint to cattle production of small-scale farmers in Kampong Cham Province, Cambodia. In: Proc. of the Tropentag Conference on International Research on Food Security, **Natural Resource Management and Rural Development**. 2009.

PEREIRA, D.M.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, F. N. S.; LOPES, R. C.; SANTOS, M. A. C.; CORRÊA, Y. R.; JUSTINO, E. S.; LEITE, G. M.; GOMES, P. G. B.; CRUZ, G. F. L.; TORRES JÚNIOR, P. C. Effect of cactus pear as a moistening additive in the production of rehydrated corn grain silage. **The Journal of Agricultural Science**. 1–12. <https://doi.org/10.1017/S002185962100099X>. 2022.

PEREIRA FILHO, I. & CRUZ, J. C. **Manejo e tratos culturais para o cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 9p. (EMBRAPA-CNPMS). 2002.

PEREIRA, G. A.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, J. S.; PINHO, R. M. A.; ZANINE, A. M.; SOUZA, A. F. N.; MACÊDO, A. J. S.; NETO, J. M. C.; NASCIMENTO, T. V. C. Isolation and identification of lactic acid bacteria in fresh plants and in silage from *Opuntia* and their effects on the fermentation and aerobic stability of silage. **Journal of Agricultural Science**, p. 1-9, 2020.

PEREIRA, L. C.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; SILVA, D. C. G.; FERREIRA, M. B.; CARVALHO, C. M. E. Análise econômica da alimentação de cordeiros confinados pela substituição parcial de concentrado pela parte aérea da mandioca. **Acta veterinária Brasileira**, v. 10, n.3, p.258-265, 2016.

PEREIRA, M. N.; PINHO, V. G. R.; BRUNO, S. G. R.; CALESTINE, G. A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v.61, n.4, p.358-363, 2004.

PETERA, B.; DELATTRE, C.; PIERRE, G.; WADOUACHI, A.; ELBOUTACHFAITI, R.; ENGEL, E.; PUGHON, L. MICHAUD, P. FENORADOSOA, T. A. Characterization of arabinogalactan-rich mucilage from *Cereus triangularis* cladodes. **Carbohydrate Polymers**. 127, 372–380. 2015.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; CARVALHOO, G. G. P.; SILVA, T. C.; MACÊDO, A. J. S.; CORRÊA, Y. R.; ZANINE, A. M. Does the level of forage neutral detergent fiber affect the ruminal fermentation, digestibility and feeding behavior of goats fed cactus pear? **Animal Science Journal**. 89, 1–8. 2018.

PITACAS, F. I. O. **Avaliação nutricional e utilização de Opuntia spp. na alimentação de pequenos ruminantes**. Dissertação de mestrado em Engenharia Zootécnica. Instituto Politécnico de Castelo Branco. 2015.

PRADO, I. N. **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne** (Vol. 1). Maringá, Paraná, Brasil: Eduem. 2010.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. A.; RABELO, F. H. S.; SILVA, S. S.; VIEIRA, P. F.; BARBOSA, L. A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 656-668, 2012.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; SANTOS, A. P. M.; SOUZA, W. H.; OLIVEIRA, J. S. Ensiling of forage crops in semiarid regions. In Silva TC and Santos EM (eds), **Advances in Silage Production and Utilization**, Cap 4. London: IntechOpen Limited, pp. 65–84. 2016.

RIDWAN, R.; I. RUSMANA, Y.; WIDYASTUTI, K. G.; WIRYAWAM, K. G.; PRASETYA, B.; SAKAMOTO, M.; OHKUMA, M. Fermentation characteristics and microbial diversity of tropical grass-legumes silages. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**. 28: 511- 518. 2015.

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**. 22 (1), 40-45. 2016.

ROGERIO, M. C. P.; GUEDEES, L. F.; COSTA, C. S.; POMPEU, R. C. F. F.; GUEDES, F. L.; MORAIS, O. R. **Dietas de alto concentrado para ovinos de corte: Potencialidades e limitações**. Sobral-CE: Embrapa, (Comunicado técnico online). 2018.

RUSSELL, J. R., LOY, D. D.; ANDERSON, J. A.; CECAVA, M. Potential of chemically treated corn stover and modified distiller grains as a partial replacement for corn grain in feedlot diets. Iowa State University. **Animal Industry Report**. ASL R2586. Iowa State Univ., Ames. 2011.

- SÁ, W. C. C. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S., ARAÚJO, G. G. L.; PERAZZO, A. F.; SILVA, A. L.; PEREIRA, D. M.; CÉSAR NETO, J. M.; SANTOS, F. N. S.; LEITE, G. M. L. Fermentative characteristics and chemical composition of cochineal nopal cactus silage containing chemical and microbial additives. **The Journal of Agricultural Science**. 158, 574–582. 2020.
- SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E. & MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275– 290, 2004.
- SANCHES, A.; ALVES, L. R. A. & BARROS, G. S. C. Oferta e demanda mensal de milho no Brasil - Impactos da segunda safra. **Revista da Política Agrícola**, v. 27, n. 4, pp. 73-97, 2018.
- SANTOS, A. O. A.; BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A.; AMORIM, G. L.; GUIM, A.; MORAES, A. C.; LUCENA, R. B.; ANDRADE, R. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. **Tropical animal health and production**, v. 42, n. 3, p. 487-494, 2010.
- SANTOS, F. N. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; MEDEIROS, G. R.; ZANINE, A. M.; ARAÚJO, G. G. L.; PERAZZO, A. F.; LEMOS, M. L. P.; PEREIRA, D. M.; CRUZ, G. F. L.; PAULINO, R. S.; OLIVEIRA, C. J. B. Fermentation profile, microbial populations, taxonomic diversity and aerobic stability of total mixed ration silages based on Cactus and *Gliricidia*. **Journal of Agricultural Science**, v. 158, p. 1-10, 2020.
- SANTOS, K. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; SILVA, D. K. A.; ARAÚJO, G. G. L.; FAGUNDES, G. M.; YBARRA, N. G.; ABDALLA, A. L. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v.195, p.118-124. 10.1016/j.livsci.2016.12.002. 2017.
- SANTOS, M. C. & KUNG JÚNIOR, L. Effects of spoiled silages on animal performance. In: International Symposium on Forage Quality and Conservation, 2., São Pedro, 2011. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, p. 1-10, 2011.
- SEPÚLVEDA, E., SÁENZ, C., ALIAGA, E., & ACEITUNO, C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. *Journal of Arid Environments*, 68(4), 534–545. doi:10.1016/j.jaridenv.2006.08.001. 2007.
- SCHULTZ, E. B.; AMARAL, R. M.; GLÓRIA, L. S.; SILVA, F. F.; RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Ingestive behavior of dairy goats fed diet containing increasing levels of neutral detergent fiber and particle size using multivariate analysis. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, 41, e45870. 2019.
- SILVA, C. B.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Milho verde em região semiárida: Práticas relacionadas a produção agrícola. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, pp.41078-41088, 2020.

SILVA, C. C. F. & SANTOS, L. C., 'Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes', **Revista Eletrônica de Veterinária**, vol. 7, no. 10, pp. 1-13. 2006.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** (Viçosa, MG: UFV). 2002.

SILVA, E. T. S.; MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. D. A.; OLIVEIRA, J. C. V.; SANTOS, D. C.; SILVA, R. C.; INÁCIO, J. G. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(9):761-767, 2017.

SILVA, J. K. B. **Silagem de rações a base de palma forrageira e capim-buffel para ovinos em confinamento**. 129 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

SILVA, J. F. C. & LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Livroceres. Piracicaba. 380 pp. 1979.

SILVA, T. S.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; GODOI, P. F. A.; GOIS, G. C.; PERAZZO, A. F.; RIBEIRO, O. L.; TURCO, S. H. N. Water intake and ingestive behavior of sheep fed diets based on silages of cactus pear and tropical forages. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1-7, 2021.

SIQUEIRA, M. C. B.; FERREIRA, M. A.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, J. L. COSTA, C. T. F.; CONCEIÇÃO, M. G.; SOARES, A. A.; ANDRADE, I. B.; CHAGAS, J. C. C. Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed spineless cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 20(1):13-22, 2018.

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

SOLOGUREN, L., IMPORTÂNCIA: Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção, In: CAIXETA-FILHO, J. V., NUSSIO, L. G. (org.). **Milho: Brasil amplia cultivo para atender demanda crescente**. 1. ed., chapter 01, Piracicaba, Brasil, Visão agrícola - USP ESALQ, 2015.

SOUZA, S. R. M. B. O.; ÍTAVO, L. C. V.; RIMOLI, J.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.67-70, 2007.

SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. G. G.; LOBO, R. N. B. Estratégia de cruzamento para produção de caprino e ovinos de corte: Uma experiência da EMPAER. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.5, p.42-53, 2011.

- SUCU, E., KALKAN, H., CANBOLAT, O.; FILYA, I. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, p.596-603. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902016001000003>. 2016.
- SUN, H.; CUI, X.; STINNER, W.; SHAH, G. M.; CHENG, H.; SHAN, S.; GUO, J.; DONG, R. Synergetic effect of combined ensiling of freshly harvested and excessively wilted maize stover for efficient biogas production. **Bioresource Technology**. 285, 121338. 2019.
- 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.
- TAUQIR, N. A. Silage; A vital solution to fodder scarcity in developing countries. VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. Germany. ISSN 978 - 3 – 639 19877-5. 2010.
- VALADARES, R. F. D., BRODERICK, G. A. & VALADARES FILHO, S. C. Effect of replacing alfafa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives, **Journal of Dairy Science**, 82, 2686-2696. 1999.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell: University Press. 476p. 1994.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. & LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VIANA, J. G. A.; MORAES, M. R. E. & DORNELES, J. P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 2223-2234. supl. 1. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2223. 2015.
- VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A.; ARAUJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R. Concentrate levels for lambs grazing on buffel grass. **Revista Ciência Agronômica**. (UFC. Online), Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 216-222, 2011a.
- WANG, W.; ZHOU, T.; JIA, Y.; RISU, N.; CAI, Y.; GENTU, G. Intake, rumen fermentation an apparent digestibility of Aerbasi Cashmere goats fed corn stover, caragana and their mixture on the Mongolian plateau. *Res Square*. 1:1–18. 2017.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61., Ithaca. 1999.
- YANG, J.; TAN, H. & CAI, Y. Characteristics of lactic acid bacteria isolates and their effect on silage fermentation of fruit residues. **Journal of Dairy Science**. 99, 5325-5334. 2016.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R.; DANTAS, P. A. S.; SILVA, T. C.; PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, 2010.