



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE PALMA E
AVALIAÇÃO DE SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO A BASE DE PALMA
FORRAGEIRA E CAPIM-BUFFEL**

ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

**PATOS – PB – BRASIL
FEVEREIRO 2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE PALMA E
AVALIAÇÃO DE SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO A BASE DE PALMA
FORRAGEIRA E CAPIM-BUFFEL**

ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

ZOOTECNISTA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan
Co-orientador: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**PATOS – PB – BRASIL
FEVEREIRO 2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR DA UFCG

M141c Macêdo, Alberto Jefferson da Silva
Caracterização agrônômica de genótipos de palma e avaliação de silagem na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel / Alberto Jefferson da Silva Macêdo / Alberto Jefferson da Silva Macêdo. – Patos, 2018.
126f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

“Orientação: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan”.

“Co-orientação: Prof. Dr. Edson Mauro Santos”.

Referências.

1. Cactácea. 2. *Cenchrus ciliaris*. 3. Ensilagem. 4. *Nopalea cochenillifera*. 5. *Opuntia ficus indica*. I.Título.

CDU 636.033



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Caracterização agrônômica de genótipos de palma e avaliação de silagem da forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel”.

AUTOR: ALBERTO JEFFERSON DA SILVA MACÊDO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan
Presidente

Prof. Dr. Alexandre Fernandes Perazzo
1º Examinador

Prof. Dr. Lelson Rocha Bezerra
2º Examinador

Patos - PB, 20 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. José Fábio Paulino de Moura
Coordenador

Epígrafe

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

Aquele que habita no abrigo do Altíssimo e descansa à sombra do Todo-poderoso pode dizer ao Senhor:

"Tu és o meu refúgio e a minha fortaleza, o meu Deus, em quem confio".

Ele o livrará do laço do caçador e do veneno mortal.

*Ele o cobrirá com as suas penas, e sob as suas asas você encontrará refúgio;
a fidelidade dele será o seu escudo protetor.*

*Você não temerá o pavor da noite nem a flecha que voa de dia, nem a peste
que se move sorrateira nas trevas, nem a praga que devasta ao meio-dia.*

Mil poderão cair ao seu lado; dez mil, à sua direita, mas nada o atingirá.

Você simplesmente olhará, e verá o castigo dos ímpios.

*Se você fizer do Altíssimo o seu abrigo, do Senhor o seu refúgio, nenhum mal o
atingirá, desgraça alguma chegará à sua tenda.*

*Porque a seus anjos ele dará ordens a seu respeito, para que o protejam em
todos os seus caminhos, com as mãos eles o segurarão, para que você não
tropece em alguma pedra.*

Você pisará o leão e a cobra, pisoteará o leão forte e a serpente.

*Porque ele me ama, eu o resgatarei, eu o protegerei, pois conhece o meu
nome.*

*Ele clamará a mim, e eu lhe darei resposta, e na adversidade estarei com ele,
vou livrá-lo e cobri-lo de honra.*

Vida longa eu lhe darei, e lhe mostrarei a minha salvação."

Dedico

A minha família, especialmente aos meus pais por todo apoio, amor, carinho e confiança que depositaram em mim.

Ofereço

A Deus, pelo que sou, pelo dom da vida e sabedoria.

A minha família, por todo apoio e inspiração.

Pais: *Alberto Carlos Henrique de Macêdo e Edilene Fernandes da Silva
Macêdo*

Irmãs: *Estelly Raylla da Silva Macêdo e Olívia Maísa da Silva Macêdo*

Minha namorada: *Márcia das Neves Soares*

Agradecimentos

Sou grato a Deus pela minha vida e todas as conquistas alcançadas.

A toda a minha família que é a minha maior fonte de inspiração, especialmente aos meus pais que sempre me apoiaram e me incentivaram a vencer na vida.

A minha namorada Márcia, pelo afeto, carinho e confiança.

Ao meu co-orientador e amigo Prof. Mauro e sua esposa Profa. Juliana que sempre me apoiaram, me incentivaram com bons conselhos, transmitindo ensinamentos que me propiciou crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador Prof. Ricardo pelos ensinamentos e por todo o apoio e confiança que depositou em mim.

Aos meus amigos desde a infância e aos demais que consegui durante minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de turma, pelos bons momentos e pelo conhecimento que construímos juntos.

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos e aos que fazem parte do Programa de Pós-graduação em Zootecnia em destaque para o Prof. José Fábio por todo apoio.

A todos os integrantes do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF) - UFPB/CCA que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba pela área concedida para a implantação do experimento e por todo o apoio.

A Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de realizar meu mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro a mim concedido.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para o meu aprendizado e para que esse trabalho fosse realizado.

Dados curriculares do autor

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

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

Em 05 de maio de 2012 ingressou no ensino superior no curso de Zootecnia, na Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias – Campus II – Areia-PB, CCA/UFPB, concluindo seus estudos em 22 de fevereiro de 2017, obtendo o grau de bacharel em Zootecnia.

Em 13 de março de 2017 ingressou no curso de mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB CSTR/UFCG, submetendo-se a defesa da dissertação em 20 de fevereiro de 2018, obtendo título de Mestre em Zootecnia.

Sumário

	Página
Lista de tabelas	ix
Lista de figuras	x
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	xi
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
Introdução geral	1
Referências	3

1º Capítulo

Revisão de literatura sobre os temas estudados	5
Semiárido nordestino brasileiro	6
Origem, introdução e expansão da palma no Brasil	9
A cultura da palma e suas utilidades	13
Uso da palma na alimentação animal	18
Identificação de genótipos e melhoramento genético de palma forrageira	23
Pragas e doenças de ocorrência na palma	26
Ensilagem e o processo fermentativo da silagem	31
Uso da palma na forma de silagem	44
Uso do capim-buffel na forma de silagem	49
Uso de silagem na forma de ração completa	53
Referências	60

2º Capítulo

Caracterização agrônômica de genótipos de palma no semiárido paraibano	70
Agronomic characterization of cactus genotypes in the semi-arid Paraiba	71
Abstract	71
Introdução	72
Material e Métodos	74
Resultados e Discussão	79

Conclusões.....	93
Referências.....	93

3º Capítulo

Silagem na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel	103
Silagem na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel	104
Resumo.....	105
Introdução	106
Material e Métodos	107
Resultados.....	111
Discussão	117
Conclusões.....	122
Referências.....	122

Conclusão Geral.....	126
Anexos	xviii
Anexo A – Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira	xviii
Anexo B – Normas da Revista African Journal of Range & Forage Science	xxviii
Anexo C – Documento comprobatório de envio do manuscrito referente ao 3º	
Capítulo para a Revista African Journal of Range & Forage Science	xxxvii
Anexo D – Imagens dos ensaios experimentais referentes aos 2º e 3º Capítulos	
.....	xxxviii

Lista de tabelas

2º Capítulo

Tabela 1. Atributos químicos do solo pertencente a área experimental.	98
Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as características de crescimento e rendimento de 34 genótipos de palma.....	98
Tabela 3. Estatística descritiva das características de crescimento e rendimento de 34 genótipos de palma.	98
Tabela 4. Valores médios de número de cladódio por planta (NCP), largura do cladódio (LC), comprimento do cladódio (CC), diâmetro do cladódio (DC), espessura do cladódio (EC), altura da planta (ALTP) e largura da planta (LP) de 34 genótipos de palma.....	99
Tabela 5. Valores médios de teor de matéria seca (MS), produção de massa verde (PMV) produção de massa seca (PMS), eficiência de uso da água (EUA), acúmulo de água (ACA) e capacidade de suporte (CAPS) de 34 genótipos de palma.	100

3º Capítulo

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das rações (g kg ⁻¹ MS ^a)	108
Tabela 2. Composição química e recuperação de matéria seca de silagens na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel, expressos em g kg ⁻¹ MS ^a	111
Tabela 3. Concentração de ácidos orgânicos em silagens na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel, expressos em g kg ⁻¹ MS ^a	115
Tabela 4. Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) das dietas na forma de silagem à base de palma forrageira e capim-buffel.....	116

Lista de figuras

2° Capítulo

- Figura 1.** Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação pluviométrica mensal, durante o período experimental..... 101
- Figura 2.** Dendograma de dissimilaridade das características de crescimento e rendimento de 34 genótipos de palma. 101
- Figura 3.** Ocorrência de pragas e doenças em genótipos de palma. 102
- Figura 4.** Taxa de mortalidade em 34 genótipos de palma. 102

3° Capítulo

- Figura 1.** Valores do pH de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias) 113
- Figura 2.** Valores de contagens de enterobactérias (ENT) em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias) 113
- Figura 3.** Valores de contagem de mofo e leveduras (ML) de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias) 114
- Figura 4.** Valores de contagem de bactérias do ácido láctico (BAL) de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias) 115
- Figura 5.** Valores da degradabilidade da matéria seca (MS) em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e capim-buffel, em função do período de incubação ruminal (P) 117

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

% – percentual

(p/v) – peso por vaso

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

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

' – grau em minuto

" – grau em segundo

± – mais ou menos

® – marca registrada

A – fração solúvel

a.C. – antes de cristo

AA – ácido acético

AB – ácido butírico

ACA – acúmulo de água

AF – ácido fórmico

AFIT – avaliação fitossanitária

AGVs – ácidos graxos voláteis

AI – ácido isobutírico

AI – ácido isovalérico

AL – ácido láctico

AL:AA (%) – relação entre ácido láctico e ácido acético

ALTP – altura da planta

AP – ácido propiônico

AS – ácido succínico

As – clima quente e úmido

B – boro

B – fração insolúvel potencialmente degradável

BAL – bactérias do ácido láctico

Bsa – clima quente e chuvoso

Bsh – clima quente e seco

C. buffel – capim-buffel

C3 – ciclo fotossintético das plantas que produzem ao final três moléculas de carbono

C4 – ciclo fotossintético das plantas que produzem ao final quatro moléculas de carbono

Ca – cálcio

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CAPS – capacidade de suporte

CB – capim-buffel

CC – comprimento do cladódio

CCA – Centro de Ciências Agrárias

cm – centímetro

cm² – centímetro quadrado

CNF – carboidratos não-fibrosos

CO₂ – símbolo da molécula de gás carbônico

CS – carboidratos solúveis

CSTR – Centro de Saúde e Tecnologia Rural

CT – capacidade tampão

CV – coeficiente de variação

cv. – cultivar

DBC – delineamento em blocos completos casualizados

DC – diâmetro do cladódio

DE – degradabilidade efetiva

DIC – delineamento inteiramente casualizado

Dr. – Doutor

Dra. – Doutora

EC – espessura do cladódio

EE – extrato etéreo

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMEPA – Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

ENT – enterobactéria

EPM – erro-padrão da média

EUA – eficiência de uso da água
F. milho – farelo de milho
F. soja – farelo de soja
F. trigo – farelo de trigo
FDN – fibra em detergente neutro
g – grama
g dia⁻¹ – grama por dia
g kg⁻¹ – grama por quilograma
GEF – Grupo de Estudos em Forragicultura
GMD – ganho médio diário
GML – general linear model
h – hora
H₂O – símbolo da molécula de água
H₂SO₄ – símbolo da molécula de ácido sulfúrico
ha – hectare
HPLC – high performance liquid chromatography
I – fração indegradável padronizada
IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco
K – potássio
K – taxa de degradação
K₂O – cloreto de potássio
kg – quilograma
kgf – quilograma de força
km² – quilometro quadrado
LC – largura do cladódio
LP – largura da planta
m – metro
m³ – metro cúbico
MAC – metabolismo ácido das crassuláceas
MF – massa fresca
Mg – magnésio
mg – miligrama

mL – mililitro
ML – mofo e levedura
mm – milímetro
MN – matéria natural
MS – matéria seca
N – nitrogênio
N – normalidade
NCP – número de cladódio por planta
NH₃ – nitrogênio amoniacal
nm – nanômetro
N-NH₃/ %NT – nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total
NRC – National Research Council
NT – nitrogênio total
° – grau
O₂ – símbolo da molécula de oxigênio
°C – grau celsius
P₂O₅ – superfosfato triplo
PB – Paraíba
PB – proteína bruta
pH – potencial hidrogeniônico
PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido
PMS – produção de massa seca
PMV – produção de massa verde
PPGZ – Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Prof. – Professor
Profa. – Professora
PV – peso vivo
P-valor – valor de significância
PVC – policloreto de vinila
*r*² – coeficiente de determinação
RMS – recuperação de matéria seca
RPM – rotações por minuto

S – leste

SAS – statistical analysis system

spp. – espécies

t – tonelada

t ha⁻¹ – tonelada por hectare

TAX – taxa de mortalidade

™ – marca de produto registrado

TNT – tecido não tecido

ufc – unidade formadora de colônia

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UV – ultra violeta

W – oeste

XVIII – século 18 em algarismo romano

XX – século 20 em algarismo romano

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE PALMA E AVALIAÇÃO DE SILAGEM NA FORMA DE RAÇÃO A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CAPIM-BUFFEL

RESUMO

Essa dissertação foi composta por dois experimentos. No primeiro experimento teve como objetivo avaliar o potencial agrônômico e características morfológicas de 34 genótipos de palma destinadas a produção de forragem. Os genótipos foram implantados em delineamento em blocos completos casualizados, com 34 tratamentos e três repetições. Após 330 dias de cultivo realizou-se medições biométricas das características morfológicas, verificação de mortalidade, ocorrência de pragas e doenças e corte das plantas para aferição da produção agrônômica. A produção de massa verde se correlacionou com produção de massa seca, acúmulo de água, eficiência de uso da água, acúmulo de água e número de cladódio por planta. Os genótipos indicados para cultivo são Negro Michoacan (V07), Tamazunchale (V12), Califórnia (V14), Orelha de Elefante Mexicana (V17) e Amarillo 2289 (T32) por terem apresentado maiores produções de massa seca e verde, como também maiores acúmulo de água, eficiência de uso da água e capacidade de suporte. No segundo experimento objetivou-se avaliar o padrão de fermentação e a degradabilidade *in situ* da matéria seca de silagens sob a forma de ração. Cinco rações foram formuladas com base em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill cv. Gigante) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições em que as rações diferiram na proporção de capim-buffel (0, 15, 25, 30 e 35%, com base na matéria natural). Observou-se efeito para a composição química das rações, todos os teores de matéria seca (MS) estavam dentro da faixa ideal para uma adequada fermentação. Não houve efeito para concentração de nitrogênio amoniacal. Houve efeito para recuperação da matéria seca (RMS), que variou de 96,3 a 99,9%. Os valores de pH diminuíram à medida que o tempo de abertura (dias) foi prolongado. Os teores de ácidos orgânicos diferiram em todas as rações. No entanto, em geral, todas as rações apresentaram conteúdo de ácido láctico satisfatório. À medida que aumentou a proporção de capim-buffel nas rações, a degradação da MS diminuiu. Com base no perfil de fermentação, perdas e composição química, a ração com maior proporção de palma forrageira pode ser recomendada para produção de silagem.

Palavras-chave: cactácea, *Cenchrus ciliaris*, ensilagem, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia ficus indica*, semiárido

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF CACTUS GENOTYPES AND EVALUATION OF SILAGES IN THE FORM OF DIET BASED ON SPINELESS CACTUS AND BUFFELGRASS

ABSTRACT

This dissertation was composed by two experiments. In the first experiment, the objective was to evaluate the agronomic potential and morphological characteristics of 34 cactus pear genotypes destined for forage production. The genotypes were implanted in a randomized complete block design, with 34 treatments and three replications. After 330 days of cultivation, biometric measurements of the morphological characteristics, mortality check, pest and disease occurrence, and crop cutting were performed for agronomic production. Green mass production correlated with dry mass production, water accumulation, water use efficiency, water accumulation and cladode number per plant. The genotypes indicated for cultivation are Negro Michoacan (V07), Tamazunchale (V12), Califórnia (V14), Orelha de Elefante Mexicana (V17) e Amarillo 2289 (T32) for having presented higher yields of dry and green mass, as well as greater accumulation of water, water use efficiency and carrying capacity. In the second experiment, the objective was to evaluate the fermentation pattern and the *in situ* degradability of dry matter of silages in the form of diet. Five diets were formulated based on spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill cv. Gigante) and buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*). The experimental design was completely randomized, with five treatments and three replications in which the diets differed in the proportion of buffelgrass (0, 15, 25, 30 and 35%, based on natural matter). Effect was observed for the chemical composition of the diets, with all dry matter (DM) contents were within the ideal range for adequate fermentation. There was no effect on ammonia nitrogen concentration. There was effect for dry matter recovery (RMD), which ranged from 96.3 to 99.9%. The pH values decreased as the opening time (days) was prolonged. The levels of organic acids differed in all diets. However, in general, all diets had satisfactory lactic acid content. As the proportion of buffelgrass increased in diets, the degradation of DM decreased. Based on the profile of fermentation, losses and chemical composition, the diet with higher a proportion of spineless cactus can be recommended for silage production.

Key words: cactus, *Cenchrus ciliaris*, ensilage, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia ficus indica*, semi-arid

Introdução geral

A palma é uma cactácea exótica e adaptada a regiões áridas e semiáridas. Entretanto, seu uso exclusivo na alimentação de ruminantes não é indicado, devido à baixa concentração de fibra (232 a 277 g kg⁻¹ na matéria seca) (LINS et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2017) e proteína (44 a 51 g kg⁻¹ na matéria seca) e ao elevado teor de umidade e minerais, esse alimento possui alta taxa de passagem, devido ao elevado teor de carboidratos não-fibrosos rapidamente fermentescíveis (523 a 555 g kg⁻¹ na matéria seca). Assim, deve-se associar uma fonte de fibra efetiva (por exemplo associar a palma a uma fonte de volumoso como capins) quando elevadas proporções de palma são disponibilizadas aos animais, para adequado funcionamento do rúmen (RODRIGUES et al., 2016).

O principal gênero de palma cultivado nessa região era *Opuntia* spp., predominantemente dois tipos a palma gigante e redonda, porém essas variedades são susceptíveis ao ataque da cochonilha do carmim (*Dactylopius coccus*), inseto-praga que dizimou os palmais em vários estados do nordeste brasileiro (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013).

Ensaio experimentais demonstraram que as variedades de palma pertencentes ao gênero *Nopalea* spp. e algumas variedades do gênero *Opuntia* spp. possuem resistência a esse inseto-praga (VASCONCELOS et al., 2009; LOPES et al., 2010). Estudos com genótipos do gênero *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. em busca de identificar variedades resistentes tanto a cochonilha do carmim como também a cochonilha de escamas (*Diaspis echinocacti*), servindo para cruzamentos objetivando a criação de cultivares resistentes a pragas e doenças.

Outra alternativa utilizada pelos produtores em regiões áridas e semiáridas é o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*). Esta espécie forrageira tem sido utilizada como opção de fonte de volumoso. Na alimentação animal pode ser utilizada sob pastejo, feno ou silagem (VOLTOLINI, ARAUJO e SOUZA, 2014).

Apresenta características singulares que se diferenciam de outras gramíneas, como rápido crescimento vegetativo, com potencial de produção de massa seca variando de 5 a 20 t ha⁻¹ (VASCONCELOS et al., 2013; FREITAS et al., 2013), conforme a idade de rebrota ocorrem mudanças bruscas em sua composição química, quando possível utilizar durante os períodos chuvosos, pois o capim apresenta seu ponto ideal entre crescimento, composição química e valor nutritivo, podendo apresentar na época das chuvas teores de carboidratos não-fibrosos variando de 37,6 a 45,6 g kg⁻¹ e fibra em detergente neutro pode variar de 642,3 a 655,1 g kg⁻¹ (PINHO et al., 2013).

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

Referências

DUBEUX JÚNIOR, J.C.; SANTOS, M.V.F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D.C. Potencial da palma forrageira na América do Sul. **Cactusnet Newsletter**, v. 13, p. 29-40, 2013.

FREITAS, P.M.D.; SANTOS, E.M.; RAMOS, J.P.F.; BEZERRA, H.F.C.; SILVA, D.S.; SILVA, I.F.; PERAZZO, A.F.; PEREIRA, G.A. Effect of organic fertilization and stubble height on the production biomass of buffel grass, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 587-598, 2013.

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, 2016.

LOPES, E.B.; BRITO, C.H.; ALBUQUERQUE, I.C.; BATISTA, J.L. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes a cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 204-215, 2010.

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

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

SIQUEIRA, M.C.B.; FERREIRA, M.A.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, J.L.; COSTA, C.T.F.; CONCEIÇÃO, M.G.; ANDRADE, R.P.X.; BARROS, L.J.A.; MELO, T.T.B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.12.006>

VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F. WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius* spp.) **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

VASCONCELOS, W.A.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; EDVAN, R.L.; SILVA, D.S.; SILVA, T.C. Morphogenetic and structural characteristics and production of buffel grass fertilized with bovine digesta solid, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 01-09, 2013.

VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L.; SOUZA, R.A. **Silagem de capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região semiárida.** (Embrapa Semiárido. Documentos, 259). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiarido/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004196/silagem-de-capim-buffel-alternativa-para-a-alimentacao-de-ruminantes-na-regiao-semiarida>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

1º Capítulo

Revisão de literatura sobre os temas estudados

Semiárido nordestino brasileiro

As zonas áridas e semiáridas estão presentes em vários locais do globo terrestre. Essas regiões constituem um conjunto de formações naturais e complexas sendo diferenciadas umas das outras. Estima-se que as regiões áridas e semiáridas ocupam aproximadamente 17% do globo terrestre (UNEP, 1992). Apesar de apresentarem características específicas que as diferem de outras regiões e entre si.

No decorrer dos anos essas regiões estão sendo transformadas pelo acelerado processo de degradação, dentre eles desmatamentos indiscriminados, pastoreio excessivo, assoreamento de córregos e rios, degradação dos solos, desertificação, uso ineficiente de recursos naturais como terra e água, pois cerca de 80% das terras agrícolas do planeta sofrem de moderada a severa erosão. São cerca 12 milhões hectares, nas regiões áridas e semiáridas esse impacto é maior, mesmo que se apresentem em grandes áreas em função das condições climáticas, tem-se dificuldades em produzir alimentos nessas regiões (SALAH, PRASSE e MARSCHNER, 2016).

Neste contexto o nordeste brasileiro possui uma área territorial que corresponde a 18,27% do território nacional, possuindo uma área de 1.561.177,80 km² e destes 962.857,30 km² estão inseridos no Polígono das Secas ou semiárido brasileiro, correspondendo a 53% da área territorial total do nordeste, que apresentam condições climáticas diferenciadas do restante do país, porém apesar disso apresenta considerável contingente populacional (ARAÚJO, 2011; IBGE, 2011).

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

Apesar do clima tropical do Brasil favorecer a produção animal a pasto, também se torna um gargalo para a pecuária nacional. Principalmente pela estacionalidade da produção das pastagens que é influenciada pela precipitação pluviométrica e distribuição ao longo do tempo em cada região.

Geralmente em um determinado período do ano ocorrem fases distintas, sendo um período de chuvas onde ocorre excesso e outro período de escassez de forragem na época da estiagem, sendo que em determinadas localidades a duração desses períodos varia ao longo do ano e dos anos subsequentes. Para evitar que a estacionalidade climática afete a produção animal, devem-se utilizar estratégias para suprir as necessidades de alimentos para os animais durante todo o ano e ainda mais durante o período de escassez de alimentos (MONTEIRO et al., 2011).

A região semiárida apresenta pluviosidade irregular durante o ano, com variações ao longo dos anos, de tal forma que durante um ano, as chuvas podem se concentrar em três a quatro meses, permanecendo o restante do ano praticamente escassas. Devido à irregularidade das chuvas, que é uma característica da região, ocorre um déficit hídrico onde o potencial de evapotranspiração é maior do que as precipitações (SUDENE, 2003).

Apresentando vegetação rústica, adaptada ao ambiente, as plantas da Caatinga em sua maioria apresentam espinhos e, ou gloquídeos, cutículas de baixa permeabilidade, armazenamento de água nas raízes, folhas e caules modificados, onde as diferenciações anatomofisiológicas, como exemplo de cactáceas que promovem o fechamento dos estômatos nas horas de temperaturas elevadas e sua abertura em temperaturas amenas, sendo classificadas em sua maioria caracterizadas por apresentarem xerofilismo, durante o período de estiagem apresentam-se em estágio de latência, grande parte da vegetação perde suas folhas (caducifólia), anuais ou herbáceas como também arbustivas e arbóreas e utilizam as reservas adquiridas durante o período chuvoso para sobreviverem no período de estiagem aguardando as próximas chuvas (GIULIETTI, CONCEIÇÃO e QUEIROZ, 2006).

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

O cultivo de lavouras xerófilas, sendo neste caso de espécies forrageiras que sejam adaptadas a região sendo estas podendo ser nativas ou exóticas como também a conservação de forragem para alimentação animal seja na forma de feno ou silagem, se torna indispensável em sistemas de produção animal, na qual a produção de silagem se torna uma prática essencial, pois se consegue armazenar forragem no período das águas para ser usado no período seco do ano. Para que essa técnica da produção de silagem se torne eficiente é preciso observar as características da forrageira a ser cultivada e a qualidade da silagem que se irá produzir (MOREIRA et al., 2007).

Segundo Silva et al. (2010) a disponibilidade de forragem no Brasil oscila entre os extremos de excesso e escassez, respectivamente em períodos de chuva e seca, principalmente na região nordeste, devido à sazonalidade climática acentuada.

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

Origem, introdução e expansão da palma no Brasil

A palma é uma cactácea exótica, mais conhecida no Brasil como palma forrageira, tendo como local de origem o continente americano, mais precisamente o México, apresentando-se de ocorrência natural na forma

silvestre e as espécies domesticadas não são apenas utilizadas para fins forrageiros, como também para alimentação humana, produção de corantes, frutos, bebidas, cremes, etc. (LOPES, SANTOS e VASCONCELOS 2012).

A palma pertence à família *Cactaceae* que possui cerca de 130 gêneros e mais de 1.400 espécies. Os gêneros mais conhecidos e utilizados no Brasil são *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.. Apesar da palma ser originária do México, já foi constatado sua ocorrência em diversas partes do mundo, sendo considerada uma planta cosmopolita, pois há relatos de sua ocorrência desde as montanhas do Peru a mais de 4.500 metros de altitude, no Brasil, vários países da Europa como em Portugal, Itália e Espanha até em regiões áridas como em vários países da África e do Oriente Médio em que as temperaturas diurnas ultrapassam os 50°C (NOBEL, 1988).

Acredita-se que a introdução da palma no Brasil ocorreu por volta do século XVIII, trazida pelos colonizadores portugueses, tendo como objetivo a produção do corante carmim de cor vermelha, usado na época pela indústria têxtil. Dessa forma a expressão palma forrageira é usada como nome popular para as variedades de palma das espécies *Opuntia ficus-indica* Mill (palma gigante ou graúda e redonda) e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (palma miúda ou doce), devido a seu uso potencial como recurso forrageiro que foi descoberto no início do século XX. Devido ao elevado valor econômico que era pago na Europa pelo corante carmim sendo uma substância produzida pelo inseto *Dactylopius coccus* (cochonilha do carmim) inseto que é considerado parasita natural da palma, o interesse em produzir o corante nas terras administradas pela coroa Portuguesa nas terras novas “Brasil” (DOMINGUES, 2001).

Devido a várias expedições científicas que foram realizadas a mando da coroa portuguesa, para se elucidar como manejar a palma ou na época conhecida como “cacto cochonilheiro” como também a forma de se disseminar a cochonilha e extrair o corante carmim. Posterior aos levantamentos de informações foram publicadas não apenas com o foco para o corante carmim mas também em busca de modernizar a produção agropecuária das colônias, vários documentos importantes que retratavam sobre novas técnicas de diversificação da agricultura como também informações sobre o cacto e da cochonilha com foco na produção do corante, com o lançamento da coleção de livros “O Fazendeiro do Brasil” lançada pela coroa portuguesa tendo como autor principal o Frei José Mariano da Conceição Veloso (DOMINGUES, 1963).

Apesar da palma ter sido inicialmente cultivada para outros fins que não o forrageiro, foi no início do século XX, mais precisamente nas duas primeiras décadas que a palma introduzida no Brasil pelos portugueses começou a ganhar destaque para fins forrageiros. Após a criação dos corantes sintéticos a produção do corante do carmim foi sendo esquecido e deixado de lado fazendo com que as plantas de palma juntamente com a cochonilha do carmim foram abandonadas nos campos, sendo sua perpetuação ocorreu durante várias décadas de forma natural. Devido as grandes secas que assolavam partes da região nordeste do Brasil e como já era de costume dos produtores ofertarem aos animais cactáceas nativas como mandacaru (*Cereus jamacaru*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), um botânico recomenda oferecer aos animais as plantas de gênero *Cereus* spp., *Pilosocereus* spp., *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. (SIMÕES, SANTOS e DIAS, 2005).

Mas a cultura da palma foi bastante difundida para alimentação animal realmente quando o melhorista de plantas norte-americano Luther Burbank após vários anos de pesquisas obtendo cultivares de palma como chamadas na época de superiores (melhoradas) advindas de cruzamentos entre variedades, divulgava que os cultivares de Burbank poderiam apresentar rápido crescimento e tendo potencial de se tornar uma das fontes de alimento mais importantes do mundo para regiões de climas áridos e semiáridos. A notícia se espalhou rapidamente “Cactos Burbank” como ficou conhecido foi exportado dos Estados Unidos da América mais precisamente da Califórnia para diversas partes do mundo inclusive para o Brasil e após o ocorrido a palma passou a compor maciçamente a alimentação dos animais ruminantes criados no semiárido brasileiro, sendo uma cultura essencial para os períodos secos, recebendo incentivos governamentais de cultivo, estudos e aplicação de técnicas em busca de se aperfeiçoar a produção de palma (SIMÕES, SANTOS e DIAS, 2005).

Atualmente a palma é uma cultura forrageira essencial para a pecuária do nordeste brasileiro. Nas últimas duas décadas inúmeras pesquisas com a palma foram realizadas visando o desenvolvimento intensivo da cultura como a identificação de genótipos promissores, geração de novas cultivares mais produtivas, adaptadas e resistentes a pragas e doenças comparadas com as já existentes, formas de cultivo, adubação, espaçamento, consórcio entre culturas, tratamentos culturais, ervas daninhas, ocorrência de pragas e doenças, fornecimento aos animais, desempenho animal, comportamento alimentar, aporte hídrico e tantas outras realizadas no Brasil como também no exterior. Atualmente no Brasil a principal finalidade da palma é para alimentação animal,

mas pesquisas também estão sendo realizadas tendo como alvo de estudos a palma visando sua utilização para produção de frutos, hortaliças, corantes, cosméticos, celulose, etanol e dentre outras finalidades (NUNES, 2011).

A cultura da palma e suas utilidades

A busca por alternativas alimentares que minimizem os efeitos causados pela estacionalidade climática que influencia na produção de forragem. Dentre as várias alternativas existentes o cultivo de lavouras xerófilas tem destaque a palma. Quando manejada de forma adequada pode garantir fonte de nutrientes e água aos animais (CAVALCANTI et al., 2008).

A palma por ser uma planta que apresenta metabolismo ácido, ou seja acumula CO₂ durante a noite e fixa liberando água através da abertura estomática a noite consegue elevada eficiência no uso de água e nutrientes, apresentando baixos valores de evapotranspiração requerendo baixas temperaturas noturnas e uma certa quantidade de umidade relativa do ar, podendo apresentar baixo desempenho produtivo ou até mesmo a morte da planta quando cultivada em regiões de baixa altitude (ROCHA, 2012).

O que faz a palma ser bastante produtiva e adaptada as condições áridas e semiáridas espalhadas em várias partes do globo é devido a vários aspectos fisiológicos que lhe foram conferidas devido a décadas de adaptação evolutiva, como sua fisiologia de captação e fixação de CO₂, sendo considerada uma planta que apresenta o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que lhe confere a habilidade e eficiência de seu mecanismo fotossintético, como não possui folhas e sim caule modificado (cladódio), com pigmentação esverdeada

e com a presença de estômatos, a palma consegue captar o CO₂ presente na atmosfera durante a noite com a abertura estomática e transformar o CO₂ em ácido málico que é armazenado nos vacúolos das células do clorênquima, esse processo ocorre durante a noite, durante o dia todo esse ácido málico armazenado é descarboxilado e volta a forma molecular de CO₂ já fixado na célula é liberado no interior para realizar o processo fotossintético durante o dia e com os estômatos fechados diminuindo significativamente a perda de água para a atmosfera (PIMENTA, BARBARA e INGLESE, 1993; NOBEL, 2001).

Outro fator que está relacionado a baixa perda de água para a atmosfera é devido à presença de cutícula de baixa permeabilidade, sendo composta por vários tipos de ceras e por substâncias que repelem o excesso de cargas radiantes na forma de raios solares que incidem diretamente na superfície da planta, realiza o equilíbrio hídrico, retendo a água presente no interior da planta como também protegendo do ataque por insetos. Apresenta menor quantidade de estômatos quando comparada com gramíneas C3 e C4, apesar de em menor quantidade os estômatos existentes na palma são bastante ativos. A palma possui um sistema radicular bastante estratificado, apresentando duas divisões, as raízes fixadoras projetam-se nas camadas mais profundas do solo, tendo função estrutural (sustentação) e de extrair os nutrientes e água presentes no solo em camadas mais profundas, já as raízes tipo esponja ou absorventes são finas camadas de raízes que se desenvolvem próximo a superfície do solo e apresentam como principal função a captação imediata de água e nutrientes prontamente solúveis no solo (SAMPAIO, 2005).

Através de estimativas para o uso da água quando comparado a palma sendo caracterizada como planta MAC com plantas C4 e C3 a diferença é bastante significativa. Plantas MAC usam em média de 50 a 100 kg de água para produzir um kg de matéria seca, enquanto plantas C4 podem usar de 300 a 500 kg e plantas C3 podem usar de 700 a 1.000 kg de água para produzir um kg de matéria seca (NOBEL, 1988).

Sabendo-se das particularidades envolvidas para o plantio e cultivo da palma, levando em consideração temperaturas diurnas, características do solo e pluviosidade. A realização de levantamento de informações sobre em quais localidades e em qual época o plantio e cultivo da palma é recomendado é essencial. Assim já foram realizados em algumas microrregiões do nordeste brasileiro possuem um zoneamento agroclimático para o cultivo da palma, porém com pouca abrangência. Ter informações sobre o zoneamento é de fundamental importância para se planejar e tomar decisões de como e onde pode-se cultivar a palma (LOPES e VACONCELOS, 2012).

De acordo um estudo agroclimático realizado em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na mesorregião do Agreste paraibano, indicam que para o pleno desenvolvimento da palma, o local de cultivo deve possuir uma faixa de temperatura entre 16 a 25°C, com máximas entre 28 a 31°C e temperaturas mínimas entre 8 a 20°C. A faixa pluviométrica ideal deve ser de 400 a 800 mm anual (LOPES e VACONCELOS, 2012).

A palma apesar de ser uma planta adaptada a ambientes áridos e semiáridos e conseguir se desenvolver sob baixa disponibilidade hídrica, é exigente em fertilidade do solo, principalmente em potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), além da fertilidade o solo deve apresentar boa drenagem, pesquisas indicam que a palma se desenvolve melhor em solos com características argilo-arenosa, mas seu cultivo pode ser indicado para vários outros tipos de solo como Luvisolos Crômicos Vérticos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Latossolo Vermelho-Escuro, dentre outros. Conforme se atenda esses requisitos e se intensifique as práticas de manejo a palma responde positivamente com aumento de produção, principalmente quando é adubada via esterco ou adubo mineral, capinas e irrigação (ALVES et al., 2007).

O espaçamento de plantio é variável e depende da intensificação que o produtor desejar, podendo variar de 1,0×0,15, 1,0×0,25, 1,0×0,5, 1,0×1,0, 1,0×2,0 até a 3,0×1,0×0,5 m, quanto menor densidade de plantio, menor será a exigência da cultura em manejo, quanto maior a densidade de plantio, maior também será a intensificação de manejo da cultura. A depender do espaçamento a palma pode ser cultivada em consórcio ou individual. O preparo do solo pode ser feito de forma similar ao preparo para o cultivo de outras plantas forrageiras. O plantio deve ocorrer com a utilização de cladódios vigorosos, que devem passar por murcha em torno de 10 a 15 dias, o plantio deve ocorrer de 30 a 60 dias antes de se iniciar a estação das chuvas (LOPES et al., 2012).

A adubação pode ser realizada via aplicação de esterco orgânico ou adubação mineral, não é indicado a aplicação de adubo nitrogenado para a implantação da cultura, sendo indicado para o plantio apenas adubação de

fundação com esterco e, ou fonte de fósforo, o uso de adubo nitrogenado pode ser utilizado quando a cultura já apresentar emissão de cladódios e o solo deve apresentar teor de umidade considerável para solubilização e disponibilização dos nutrientes (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010).

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

No Brasil, a palma é conhecida por sua importância na alimentação de animais ruminantes e em algumas exceções é utilizada na alimentação humana, como em algumas localidades do sertão da Bahia e a produção de frutos Figo da Índia no estado de São Paulo. Vale ressaltar que apesar da palma no Brasil ser utilizada praticamente apenas na alimentação animal, em diversas partes do mundo, essa planta se destina para diversos fins, como por exemplo, no México, Chile e Peru, a planta é utilizada para alimentação animal, produção de frutos, verdura (nopalitos), produção de sucos, licores, doces e geleias, que são consumidos por pessoas, promovendo agregação de valor, aumento de empregos e renda que pode-se conseguir com a agroindustrialização da palma. É comum a comercialização em feiras livres nesses países tanto do fruto como de nopalitos. A indústria utiliza a palma para produção de cosméticos, shampoos,

sabonetes, antibióticos, fins medicinais, corantes, filmes plásticos, emulsificantes, artesanatos, óleos, papel. Na parte ambiental a palma é utilizada como planta regeneradora para a recuperação de áreas degradadas, além de servir também para a confecção de cercas vivas e paisagismo. Estudos na Itália e no México visam produzir etanol e biogás da palma (HERNÁNDEZ-URBIOLA et al., 2010; ZEGBE, SERNA-PÉREZ e MENA-COVARRUBIAS, 2014).

Uso da palma na alimentação animal

A palma possui em sua composição química baixas concentrações de matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB), possui elevadas concentrações de CNF, pectina e minerais principalmente cálcio. O seu uso em elevadas proporções ou individualmente podem causar distúrbios nutricionais, causando diarreias, pois geralmente a sua concentração de fibra não é suficiente para manter as condições adequadas das funções ruminais, devendo ser fornecida aos animais associada a uma fonte de fibra juntamente com uma fonte de proteína (RODRIGUES et al., 2016).

Rodrigues et al. (2016) avaliando diferentes ecotipos de palma forrageira, verificaram que as concentrações de MS, FDN, PB e minerais que variaram de 14,58%±1,14 para 12,85%±1,62, 164,67±16,12 g kg⁻¹ MS para 198,99±13,35 g/kg MS, 68,01±5,11 g/kg MS e 82,52±9,55 g kg⁻¹ MS respectivamente. Este estudo releva que as concentrações de nutrientes e de umidade variam em função de características intrínsecas e extrínsecas, como ecotipo utilizado, solo, clima, adubação, período de corte, trato cultural, onde

deve-se buscar alternativas de fornecimento desse alimento aos animais sem causar prejuízos de qualquer natureza.

Segundo Silva e Santos (2007) um fator importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta taxa de degradação ruminal, sendo a MS degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, conseqüentemente, consumo semelhante ao dos concentrados. No entanto, essa espécie forrageira possui algumas particularidades sobre a sua composição química que restringem o seu uso como fonte exclusiva de volumoso para animais ruminantes, devendo ser fornecida associada a uma fonte de fibra e uma fonte de proteína.

A presença da palma na dieta dos ruminantes em períodos de estiagem ajuda os animais a suprir grande parte da água necessária do corpo. Pois suas ramificações aprisionam a água em sua constituição tornando o meio no interior do cladódio, sendo a água um fator limitante na produção animal em regiões de climas áridos e semiáridos, assim a palma que possui elevado teor de água é essencial seu uso na alimentação animal. Fato confirmado por Lima et al. (2003) avaliando o desempenho de vacas leiteiras mestiças sendo alimentadas com níveis de substituição do milho por palma (cv. Miúda e Gigante), verificaram que conforme aumentava o teor de palma na dietas dos animais, havia uma redução na procura e ingestão de água, sem alterar a produção de leite que também foi avaliada no experimento.

Estudos demonstram que a energia da palma é similar à do milho podendo substituir na dieta dos animais o milho pela palma (WANDERLEY et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; ALMEIDA et al., 2015). Fato comprovado também

em pesquisa realizada por Costa et al. (2009) avaliando os efeitos de inclusão de níveis de palma forrageira na dieta de cabras leiteiras em substituição ao milho, verificaram que a produção de leite não foi alterada, o teor de gordura do leite diminuiu conforme se aumentou o nível de inclusão de palma na dieta e a ingestão de água pelos animais diminuiu, os autores recomendaram a substituição do milho pela palma até ao nível de 28% com base MS para cabras em lactação, sendo considerada uma excelente alternativa alimentar por diminuir os custos da ração e diminuir o consumo de água de bebida pelos animais.

Outra característica interessante que a palma apresenta é em relação a digestibilidade, que pode ser próxima ou similar à do milho. Em um ensaio experimental realizado por Oliveira et al. (2014) avaliando níveis de substituição de fubá de milho por palma forrageira na dieta de vacas leiteiras, os autores não verificaram diferenças significativas quanto a digestibilidade aparente e total. Como também em pequenos ruminantes mais especificadamente em ovinos Wanderley et al. (2012) avaliando a digestibilidade e desempenho de ovinos alimentados com palma associada com silagens e fenos de origem diversas, não verificaram alteração significativa quanto a digestibilidade das diferentes associações e destacaram o uso da palma como excelente fonte alimentar para os animais criados no nordeste brasileiro.

A palma forrageira apresenta-se como uma alimento rico em nutrientes, principalmente energia e baixa concentração de fibra e proteína, seu uso exclusivo na dieta de animais ruminantes não é indicado, devendo-se complementar a uma ou outras fontes alimentares ricas em fibra e proteína para equilibrar a dieta, apesar disso a palma pode apresentar em sua composição *in*

natura mais de 80% de água o que faz desse alimento uma importante fonte hídrica em ambientes áridos e semiáridos, podendo essa água contida na palma atender parte das exigências diárias de um animal (COSTA et al., 2009).

Segundo Gouveia et al. (2016) comprovaram que a um nível de substituição do milho pela palma de até 54% não verificaram diferenças significativas na produção de leite, composição do leite, ingestão de nutrientes, digestibilidade das dietas e comportamento ingestivo de cabras leiteiras, substituindo o milho pela palma nos níveis de 18, 36, 54 e 72% com base MS e ainda quando verificado o custo de produção quanto maior nível de palma na dieta menor foi o custo da ração em razão do custo do kg MS da palma ser bastante inferior ao custo do kg MS do milho, principalmente na região nordeste, pois a maioria dos alimentos concentrados são importados de outras regiões.

Rekik et al. (2010) avaliando os efeitos da substituição de cevada por palma na dieta de ovelhas Barbarine no terço final da gestação e início da lactação, os autores verificaram que não houve diferenças para ingestão de MS, metabolitos sanguíneos, produção de colostro, concentração de imunoglobulinas no colostro e nas taxas ovulatórias das ovelhas, sendo possível a substituição de toda a cevada por palma sem alterar o perfil das variáveis analisadas, tais resultados indicam que a palma pode substituir o concentrado energético na dieta animal sem causar prejuízos em seu desempenho.

Pesquisando o efeito da substituição parcial de feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) por palma forrageira na dieta de ovinos, Bispo et al. (2007) observaram efeito linear negativo sobre o consumo de água total à

medida que se elevaram os níveis de palma forrageira na dieta de ovinos, esse fato foi explicado com base no maior consumo de água via palma.

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

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

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

O uso da palma na dieta de ruminantes possui suas particularidades, pois esse recurso alimentar deve estar associado a uma fonte de fibra. Diversas pesquisas demonstram sua importância e diferentes formas de utilização, assim para otimizar a utilização da palma forrageira na dieta de ruminantes é necessário ter conhecimento de suas características e da associação da palma com outros ingredientes alimentares promovendo condições adequadas de alimentação e melhorias no desempenho animal (BISPO et al., 2007;

TEGEGNE, KIJORA e PETERS, 2007; WANDERLEY et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015).

Identificação de genótipos e melhoramento genético de palma forrageira

A cultura da palma pertence à família botânica das cactáceas, sendo consideradas plantas de origem monofilética, apresentam três subfamílias: *Peresqioideae*, *Opuntioideae* e *Cactoideae*. Sendo a subfamília *Opuntioideae* a mais definida entre as plantas cactáceas que apresentam como principal característica caules suculentos e forma ovalada (cladódios), podem apresentar espinhos, flores e frutos (LIBERATO e AVIGUERA, 2006).

No nordeste do Brasil os gêneros mais utilizados são *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp., atualmente os tipos mais cultivados são a palma Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw), a Palma baiana (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), Orelha de elefante africana (*Opuntia undulata* Griffiths), IPA Sertânea (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), Palmepa PB1 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), Palmepa PB2 (*Opuntia tuna* Mill.), Palmepa PB3 (*Opuntia* spp.) e Palmepa PB4 (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) (LOPES, 2012; ROCHA, 2012).

O gênero *Opuntia* spp. possui em torno de 300 espécies, sendo estas bastante adaptadas as condições áridas e semiáridas em diversas partes do globo terrestre, podendo apresentar aptidões diversas, desde a produção de frutos: *Opuntia robusta* spp., *Opuntia larreyi* spp., *Opuntia undulata* e *Opuntia*

tomentosa spp. até a alimentação animal com a *Opuntia ficus-indica* Mill, *Opuntia ficus-indica* Inermis e *Opuntia stricta* Haw (LUCENA et al., 2013).

O gênero de palma *Nopalea* spp. é formado por espécies xerófitas e adaptadas a condições de elevadas temperaturas e baixa pluviosidade, possuindo os mais variados portes, geralmente as espécies utilizadas na alimentação animal não possuem espinhos. A principal espécie é a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, com suas variações de variedades, cultivares e clones, no caso específico do Brasil seu uso é destinado a alimentação animal, sendo popularmente conhecida como palma doce ou palma miúda, mas existem outros genótipos que apresentam potencial frutífero e de utilização na forma *in natura* “nopalitos” principalmente no México (LIM, 2012).

Diversos estudos foram realizados por Universidades do nordeste brasileiro e principalmente pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), logo de início descobriu-se que a palma não poderia ser ofertada aos animais como única fonte de alimento pois causava diarreia e perda de peso devido ao seu baixo teor de fibra e alta concentração de carboidratos fermentescíveis, indicando o seu uso associado a uma fonte de fibra (volumoso). Com a criação do Clone IPA 20 na década de 1990 foi desenvolvida pelo IPA a primeira cultivar de palma. Sendo considerado um marco histórico em relação ao melhoramento genético da cultura, sendo que na época a palma cultivada na região nordeste do Brasil era advinda das primeiras inserções da cultura pelos colonizadores e depois os Cactos de Burbank (SANTOS, DIAS e LIRA, 2005).

Na atualidade há uma maciça atuação do IPA juntamente com a Universidade Federal Rural de Pernambuco frente ao programa de

melhoramento genético da palma no Brasil, possuindo mais de 1.350 acessos, sendo em torno de 1.000 clones oriundos de cruzamentos e seleção de variedades e 350 espécies de palma advindas de várias partes do planeta. Além do IPA, há outros bancos de germoplasma presentes no nordeste brasileiro como da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), possui 280 acessos, a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), possui 170 acessos, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Semiárido possui 27 acessos (SANTOS et al., 2011).

Em outras partes do mundo há diversos programas de melhoramento genético da palma, no México que os pesquisadores desenvolveram cultivares de palma para fins frutíferos e para consumo de hortaliças na alimentação humana. Outros programas de melhoramento genético foram iniciados na Itália, África, Paquistão, Índia e nos Estados Unidos, principalmente nas Universidades do Texas e Califórnia (MONDRAGON-JACOBO e PEREZ-GONZALES, 2001).

O IPA juntamente com outras instituições como Universidades e centros de pesquisa tanto do Brasil como no exterior foram decisivos para impulsionarem o melhoramento genético da palma, vários clones foram criados através de seleção e cruzamentos entre variedades como da cultivar lançada na década de 1990 o Clone IPA 20 e outros clones que foram desenvolvidos como os IPA 69, IPA 53, IPA 19 e também introdução e avaliação de variedades de palma advindas de outros países, em destaque Peru e em sua grande maioria do México, introduzindo a cultivar Satira, cultivar Gialla, *Opuntia megacantha*, Copena V1, Copena V5 e cultivar Cristalina (SANTOS, DIAS e LIRA, 2005).

Em relação a pesquisas com palma muitas descobertas e avanços já foram realizados e tem vários aspectos ainda para serem elucidados, e mais recentemente a técnica do plantio de palma adensado podendo-se conseguir produção de massa verde em torno de 400 toneladas por hectare é algo fantástico, como também pesquisas sobre a utilização da irrigação da palma que apesar de ser uma planta cactácea aquosa, em algumas localidades do nordeste brasileiro devido a elevadas temperaturas diurnas a palma não consegue se desenvolver satisfatoriamente em condições de sequeiro sendo necessário o uso da irrigação, o uso da técnica de plantio através da micropropagação de cladódio, que pode diminuir significativamente os custos de implantação de um palmar quando o produtor não dispõe de cladódios suficientes para realizar o plantio, seu uso na alimentação animal se diversificou, pois além do uso convencional *in natura* picada e oferecida aos animais ao cocho, o pastejo rotacionado de palma, a utilização do farelo e da silagem de palma são promissores quanto a sua utilização na alimentação animal (PEREIRA et al., 2015; LIMA et al., 2016; MOKOBOKI, SEBOLA e MATLABE, 2016).

Pragas e doenças de ocorrência na palma

Com o advento de pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para o cultivo e utilização da palma no Brasil. Atualmente é possível realizar plantios de palma irrigados e adensados, desde se bem manejados pode-se produzir até 400 toneladas de massa verde por hectare, tal nível de produção apesar de ser algo fantástico merece atenção, pois conforme se

aumenta a intensificação de seu cultivo, também pode aumentar a incidência de pragas e doenças (LOPES et al., 2012; LIMA et al., 2016).

Como qualquer outra cultura vegetal a palma pode ser acometida por diversas pragas e doenças sendo que a ordem Hemíptera se destaca podendo causar grandes prejuízos econômicos. Principalmente pelas cochonilhas, do carmim e de escamas, são insetos capazes de causar danos a produção desta cultura devido esses insetos sugam a seiva da planta, diminuindo a área fotossintética e causando sua morte (CHIACCHIO, 2008).

As pragas que podem acometer a palma são várias, desde roedores até a ácaros. Atualmente duas pragas que merecem destaque por estarem se multiplicando rapidamente e diminuindo o potencial produtivo da palma, são a cochonilha do carmim (*Dactylopius* spp.) e a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti*) (LOPES et al., 2012).

A cochonilha de escama, é um inseto pertencente a ordem Hemíptera, seu desenvolvimento ocorre nos cladódios da planta, as espécies do gênero *Nopalea* spp. são mais suscetíveis que as espécies do gênero *Opuntia* spp., as fêmeas rapidamente colonizam a área dos cladódios e sugam a seiva da planta por um aparelho picador-sugador que possuem, a erradicação e controle desse inseto-praga, o inseto-praga tem a capacidade de desenvolver uma camada cerosa que fica entre o inseto protegendo-o do meio exterior, sendo que essa camada é de difícil remoção ou atuação de substâncias químicas. Medidas de controle e erradicação devem ser tomadas, como a identificação de plantas acometidas, deve-se escolher uma variedade ou cultivar de palma que seja resistente a praga, realizar análise e correção de solo, plantar cladódios saudáveis,

ao verificar a presença da praga na cultura, deve-se eliminar as plantas infestadas, evitar a entrada de pessoas ou animais com suspeita de terem frequentado locais de ocorrência da praga, pode-se fazer o controle através do manejo integrado de pragas, visando a utilização de inimigos naturais, como a joaninha (*Coccidophilus citricola*), mosca alada (*Salpingogaster conopida*), vespinha (*Plagiomerus cyaneus*). A aplicação de óleo mineral também pode ser utilizada na diluição de 1% como medida de controle (WARUMBY et al., 2005).

A cochonilha do carmim, possui grande importância, pois no passado foi a responsável pela introdução da palma no Brasil, devido ao ácido carmínico que o inseto produz, podendo ser utilizado na forma de corante. Atualmente é considerada uma praga, capaz de destruir grandes áreas da cultura, atingindo drasticamente áreas de palma em vários estados do nordeste brasileiro, principalmente as variedades Gigante e Redonda. Os meios para se controlar a ocorrência dessa praga no palmal pode ser através de controles físicos, químicos, biológicos ou genético. A depender do grau de infestação e das condições do local a escolha de um desses métodos pode ser mais apropriada.

O controle físico geralmente é aplicado para controlar pequenos focos da praga, realizando-se a identificação da planta infestada e sua retirada da plantação. O controle químico pode ser aplicado através do uso de inseticidas no palmal, que devem ser aplicados na dosagem recomendada para surtir efeito, atentando para efeitos econômicos e ambientais. O controle biológico utiliza-se de insetos predadores da cochonilha do carmim. O controle genético é substituir a variedade genótipo ou cultivar que está sendo acometida pela praga por variedades, genótipos ou cultivares resistentes (LACERDA et al., 2011).

Outras pragas também podem acometer a cultura da palma, felizmente são de menor ocorrência, como a Mariposa, roedores (ratos e preás), formigas, gafanhotos, lagartas, besouros, caramujos, moscas e ácaros (WARUMBY et al., 2005).

No Brasil são poucas as pesquisas voltadas para estudos sobre doenças da palma. Talvez nos últimos anos, com a intensificação no cultivo, tenha uma maior ocorrência dessas doenças merecendo atenção especial por parte dos produtores e estudiosos no assunto. Diante disso, as principais doenças relatadas que acometem a palma são causadas em sua maioria por fungos e bactérias, causando dentre os vários efeitos a podridão de cladódios.

A “Podridão Mole”, doença causada pela bactéria *Erwinia carotovora*, suas principais causas de ocorrência na palma são devido a excesso de umidade no solo e excesso de adubação nitrogenada, a bactéria se espalha pelos tecidos da planta, nos cladódios primários e secundários causando sua degeneração e posterior tombamento e morte da planta. Como medidas de prevenção e controle deve-se preconizar o plantio de cladódios saudáveis, evitando o plantio em épocas chuvosas ou com elevada umidade no solo (GUTIERREZ, 1993).

Outra doença que ocorre na palma é a “Podridão Preta” causada pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae*, provoca a degeneração dos tecidos que compõem a ligação entre a inserção dos cladódios, podendo causar tombamento e posterior morte da planta. Como medidas de prevenção e controle, deve-se priorizar o plantio de cladódios saudáveis, promover adubação equilibrada e atentar para o local de origem dos cladódios, caso a doença ocorra na propriedade as plantas infectadas devem ser eliminadas do palmar (BARBOSA et al., 2012).

Outra doença bastante comum que ocorre na cultura da palma é a “Gomose”, causada pelo fungo *Dothiorella ribis*, a multiplicação do fungo na planta causa lesões e como defesa a injúria a planta libera substâncias exudativas que formam uma elevação na forma de cranco, levando a planta a esgotar suas reservas, abrindo porta de entrada para outros patógenos e provocando a morte da planta. A ocorrência dessa doença está ligada ao fator nutricional, principalmente a deficiência do elemento mineral Boro (B). Como medidas de prevenção e controle, deve-se realizar análise e correção do solo antes do plantio, como também possuir cladódios sadios e caso seja identificado na plantação a ocorrência da doença a planta infectada deve ser eliminada para evitar a contaminação das outras plantas ao redor (BARBOSA et al., 2012).

Outra doença que ocorre na palma semelhante a “Podridão Mole” é a “Podridão de *Fusarium*”, pois ocorre a contaminação dos cladódios pelo fungo *Fusarium solani* (Mart. Sacc.), causando o apodrecimento e ressecamento dos tecidos e posterior morte da planta. Ocorrência principalmente em solos ácidos e com excesso de umidade. Como medidas de prevenção e controle, deve-se antes do plantio realizar análise e correção do solo, plantar cladódios sadios e evitar o plantio de palma onde se há a ocorrência da doença (COELHO, 2005).

Uma doença bastante comum na palma miúda é a “Mancha de Alternária”, causada pelo fungo *Alternaria tenuis*, apresenta-se com a ocorrência de áreas pretas necrosadas pelos cladódios da planta, o tecido necrosado se desprende do cladódio abrindo a porta de entrada para contaminação por outros patógenos. Deve-se evitar o plantio em áreas que de ocorrência do fungo, antes

de realizar o plantio, caso identifique planta acometida no palmar deve-se realizar a remoção da planta ou dos cladódios acometidos (SILVA et al., 2001).

Outras doenças que ocorrem na palma, sendo menos comuns são: Podridão de *Sclerotium*, Rizoctoniose, Mancha de *Macrophoma*, Podridão do caule, Podridão do colo, Podridão seca-escamosa, Podridão Polaciana, Mancha de cercospora, Antracnose e Galha em coroa (SOUZA et al., 2010).

Ensilagem e o processo fermentativo da silagem

A conservação de alimentos sob as técnicas de ensilagem ou fenação permite um maior suprimento alimentar quando a produção dos pastos é baixa ou cessada devido a fatores ambientais. Investigar os fatores que influenciam na ocorrência desses processos é essencial para se conseguir obter volumoso conservado de qualidade (SILVA et al., 2010).

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

Ensilagem consiste no armazenamento de forragem úmida em local fechado isento de oxigênio (O₂), essa técnica tem como objetivo conservar as características nutricionais do alimento proporcionando o mínimo de perdas da

massa ensilada, para posterior utilização na alimentação animal (NEUMANN et al., 2010). A conservação do material ensilado consiste na paralisação das enzimas das células vegetais e também na conversão de açúcares solúveis (glicose, frutose, sacarose, arabinose, xilose, frutanas) e compostos nitrogenados solúveis (aminoácidos livres, peptídeos, proteínas) que são convertidos em meio anaeróbio em ácidos orgânicos pelos microrganismos presentes na massa ensilada, em destaque para o desenvolvimento de bactérias do ácido láctico, acidificando o meio, promovendo abaixamento do pH e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como clostrídios, enterobactérias, fungos filamentosos e leveduras (DANNER et al., 2003).

A ensilagem, apesar de não ser uma técnica difundida em algumas regiões, é favorável, pois, além de conservar o alimento, permite preservar o que há de mais valioso na época seca do ano que é a água. Para que a silagem produzida apresente qualidade depende de inúmeros fatores, dentre eles estão a execução da técnica da ensilagem relacionada ao dimensionamento do silo, compactação, tamanho de partícula da massa ensilada, vedação do silo dentre outros fatores, como também depende das propriedades intrínsecas do próprio alimento tais quais o teor de MS, população microbiana epifítica das plantas, concentração de carboidratos solúveis (CS), capacidade tampão (CT), produção de ácidos graxos voláteis (AGVs) que determinam as principais características da capacidade e qualidade de fermentação dos ingredientes alimentares (DRIEHUIS e VAN WIKSELLAR, 2000).

O teor de umidade no momento da ensilagem merece destaque, pois com teores de umidade acima de 80% irão proporcionar inadequado processo

de conservação, elevada produção de efluentes que tem efeito potencial de contaminação do meio ambiente, pois carregam compostos nitrogenados, açúcares solúveis, ácidos orgânicos e sais minerais, gerando perdas de nutrientes, como também ocorrerá fermentações oriundas de microrganismos indesejáveis como enterobactérias, clostrídios e leveduras. O teor de MS para fermentação adequada varia em torno de 28 a 40%. Valores acima de 40% irão desencadear problemas de compactação, presença de O₂ no interior do silo podendo ocorrer o desenvolvimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos promovendo prejuízos do material ensilado (JOBIM et al., 2007).

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

A população microbiana de culturas forrageiras colhidas difere da encontrada durante o processo de fermentação e no produto final. As plantas geralmente possuem microbiota autóctone equilibrada. Mas, durante os procedimentos de colheita, transporte, corte e, ou ensilagem do material,

compactação a depender do método adotado e até mesmo das espécies vegetais nativas ou cultivadas ou se haverá inclusão de outras espécies vegetais ou aditivos, pode haver mais contaminações e, ou variações nessa microbiota. A possibilidade de multiplicação dessas populações microbianas na massa ensilada está relacionada às condições do meio que naturalmente irá selecionar os grupos microbianos que poderão se desenvolver (SANTOS et al., 2010).

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

Outras plantas que geralmente apresentam concentrações de CS em sua composição acima do mínimo indicado como no caso do milho (*Zea mays*) e sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Nesse caso devido ao excesso de CS, após o período de fermentação quando a silagem é exposta ao O₂ (abertura do silo) os CS residuais e o excesso de ácido lático produzidos estão prontamente

disponíveis para serem utilizados por microrganismos deterioradores da massa ensilada ocasionando em perdas de nutrientes e baixa estabilidade aeróbia de silagens, a exemplo da silagem de milho, após a exposição desta silagem ao ar, podendo haver predominância de fungos filamentosos e leveduras, que resultam em fermentações secundárias (NEUMANN et al., 2010). Nesses casos deve-se utilizar aditivos eficazes que promovam melhorias no processo de fermentação. A utilização de aditivos químicos ou biológicos oriundos de culturas lácticas tem ocorrido no intuito de amenizar essa situação.

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

A produção de AGVs ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido isobutírico (AI), ácido propiônico (AP), ácido valérico (AV), ácido isovalérico (AI), ácido succínico (AS) e ácido fórmico (AF) (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991) no interior da massa ensilada sendo produzido por microrganismos de diversos gêneros, em especial por bactérias do ácido lático (BAL), sejam elas homofermentativas ou heterofermentativas é de fundamental importância para a conservação do material ensilado. Para a

avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente quantificados são os ácidos AL, AA, AP e AB.

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

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

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

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

Em situações distintas, as etapas para se produzir silagem englobam vários procedimentos desde a colheita e picagem da forrageira no campo e, ou galpão, o transporte da forragem picada até o silo, a descarga e a distribuição da forragem no silo, a compactação e a vedação do silo. Para se produzir silagem de qualidade deve-se executar adequadamente todos os procedimentos em cada etapa do processo. O conhecimento das etapas da ensilagem, incluindo o que ocorre durante a fermentação e após a abertura do silo, permite-se adotar estratégias para controlar a qualidade no volumoso conservado, minimizando perdas de ordem nutricional desses alimentos (MUCK, 2010).

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

Fase 1 - Pré-fechamento do silo: Essa fase ocorre quando a forragem é colhida no campo, picada e transportada para o local onde será ensilada, ocorrendo a compactação desse material que tem como principal objetivo a expulsão do O₂ atmosférico presente no meio, durante essa fase as rupturas das células em função do corte da forragem permitem o extravasamento de líquido celular que contém enzimas proteases, hemicelulases, amilases,

polissacarídases da própria planta que podem hidrolisar proteínas em aminoácidos livres e carboidratos em monossacarídeos, a liberação desses substratos permite o desenvolvimento de microrganismos oriundos da microbiota epifítica como fungos, leveduras e bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas.

Devido ao O₂ residual presente na massa ensilada ocorre a respiração celular das células oriundas das plantas como também o desenvolvimento de vários grupos microbianos, convertendo aminoácidos livres e açúcares solúveis em ácidos orgânicos, calor, CO₂ e água (H₂O), a respiração nesta fase não somente poderá causar perdas de MS, influenciando no teor final de %MS da silagem, como também induzir processos oriundos pelo aumento de temperatura, como a reação de “Maillard”, na qual aminoácidos e açúcares se complexam, tornando-se caramelizados e indisponíveis, fazendo com que aumente a concentração da proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA).

Fase 2 - Fermentação Ativa: A duração desta fase depende das características da planta ensilada e das condições do processo de ensilagem, a respiração da planta remove o O₂ residual, essa remoção é variável em função do tamanho de partícula, promovendo condições anaeróbias, iniciando-se a fase de fermentação. Ocorre quebra das células das plantas, as quais liberam mais quantidades de conteúdo celular, ocorrendo também perdas de efluentes (contendo CS e frações nitrogenadas). Na fase inicial da fermentação pode ocorrer competição de microrganismos pelos substratos disponíveis podendo desenvolver-se ENT, clostrídios, bacilos, leveduras e BAL homofermentativas e heterofermentativas, depois ocorrendo uma fase estável, quando o pH é reduzido abaixo de 4,5, a população de ENT e outros microrganismos deletérios

declina rapidamente, tornando-se as BAL os principais microrganismos na silagem juntamente com a produção de AL.

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

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

Nesse contexto da conservação de alimento via fermentação, tem-se a microbiologia de silagens com diversos estudos já realizados, pois o processo fermentativo está ligado diretamente à fauna microbiana, seja ela adicionada durante o processo de fermentação ou da própria microflora epifítica da planta a ser ensilada. Entender como funciona a técnica de ensilagem e como os grupos microbianos atuam promovendo a conservação do alimento e os possíveis

caminhos que o processo fermentativo poderá seguir, são determinantes para produzir silagem de qualidade (MUCK, 2010).

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

Esses gêneros bacterianos são agrupados em homofermentativas e heterofermentativas, pois os produtos da fermentação são produzidos a partir da utilização de CS como pentoses (xilose e ribose) e hexoses (glicose e frutose). As bactérias homofermentativas produzem somente AL utilizando um mol de glicose gerando dois moles de AL, enquanto as bactérias heterofermentativas produzem um mol de AL, um mol de CO₂, ou um mol de etanol e ou um mol de AA a partir de um mol de glicose (PAHLOW et al., 2003).

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

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

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

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

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

Os fungos filamentosos são microrganismos indesejáveis em silagens por atuarem no consumo de açúcares e AL, metabolizarem celulose e outros componentes da parede celular e produzirem micotoxinas que podem causar danos severos a animais e seres humanos (SCUDAMORE e LIVESEY, 1998).

Uma espécie de fungo que é comumente relatada em silagens e está frequentemente associada à deterioração e aquecimento da massa ensilada é o *Aspergillus fumigatus*. As micotoxinas produzidas por fungos são nocivas à seres humanos e animais, atualmente se conhece mais de 300 tipos diferentes que podem ser encontradas nos alimentos, estudos realizados em vários tipos de silagem detectaram várias micotoxinas dentre as mais comuns se tem a *Listeria monocytogenes* é um patógeno para ambos, animal e ser humano, podendo causar meningite, encefalite, aborto, e lesões purulentas. Esta bactéria está presente no solo e na planta a ser ensilada. A listéria não ocorre em silagens com adequado padrão de fermentação (SCUDAMORE e LIVESEY, 1998).

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

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

Uso da palma na forma de silagem

A utilização de silagem de palma na alimentação animal é comum em países como México, Marrocos e Egito. Em destaque no Marrocos, onde criadores divulgam a técnica ensinando a outros como se aplica essa tecnologia, sendo possível associar a palma com restos de culturas como milho, capim e sorgo associado a uma outra proporção de concentrados, como trigo, cevada e argan, de baixo custo (ADOUS, 2016).

Uma das razões para que a silagem de palma apresente elevadas concentrações de AL quando feitas de forma correta, está associada a sua composição química pois a palma apresenta elevada concentração de CS complexados com uma substância chamada mucilagem, no presente estudo as concentrações variaram de 29 a 147 g kg⁻¹ MS, esses carboidratos ao serem expostos no interior do silo em meio anaeróbico são prontamente utilizados por grupos microbianos e principalmente por BAL que dominam o meio produzindo AL e conservando o material (MOKOBOKI, SEBOLA e MATLABE, 2016).

A mucilagem é uma das inúmeras substâncias presentes na palma, possui várias funções de cunho farmacêutico, nutricional e industrial. Esta substância é composta por vários tipos de carboidratos complexos como L-

arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, possuindo duas frações hidrossolúveis diferentes, uma rica em pectina com aspecto gelatinoso e a segunda fração mais hidrofílica e sem gelificação, e de modo geral a mucilagem apresenta alta capacidade de retenção de água (SEPÚLVEDA et al., 2007).

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

Trabalhando com silagem de palma, Mokoboki, Sebola e Matlabe (2016) avaliando os níveis de melaço 0, 8, 16 e 24% com base MS sobre o valor nutritivo e as características fermentativas das silagens de palma verificaram que os teores de MS variaram de 8,44 a 9,25%, os teores de FDN variaram de 10,5 a 25,9%, os teores de PB variaram de 5,25 a 7,35%, os valores de pH variaram de 3,08 a 3,98 sendo estes indicativos para uma silagem bem preservada. Os teores de AL variaram de 49,5 a 100,5 g kg⁻¹ MS.

Gusha et al. (2015) avaliando os parâmetros ruminiais de ovinos suplementados como silagem na forma de ração à base de palma e leguminosa verificaram que as silagens apresentaram valores de pH que variaram de 4,1 a 4,2, sendo as silagens compostas por 70% de palma e 30% de leguminosa, e

essa mistura tinha como objetivo elevar o teor de MS, FDN e PB, enriquecendo essa mistura do ponto de vista nutricional e ao mesmo tempo melhorando as características físicas, proporcionando condições para que ocorresse adequada fermentação do material ensilado. Os autores verificaram que os animais que receberam silagens à base de palma e leguminosa apresentaram maior síntese microbiana, elevou-se a digestibilidade parcial como também foram maiores as concentrações de AGVs quando comparado ao tratamento controle.

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

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

a utilização desses ingredientes na alimentação animal resolveram associar esses alimentos na forma de ração completa na forma de silagem, essa ração era composta por cladódios, fruta da palma, polpa de beterraba (*Beta vulgaris*), palha de cevada (*Hordeum vulgare*), farelo de trigo (*Triticum aestivum*), ureia, vitaminas e minerais. Esse material foi misturado em suas devidas proporções e ensilados em sacos plásticos para alimentar 40 cordeiros em sistema de confinamento, após o período de fermentação de 30 dias as rações foram oferecidas aos animais e após a avaliação do desempenho dos ovinos verificaram que as rações tiveram preço do kg de MS inferior ao das rações tradicionais, os animais obtiveram GMD de 148 g dia⁻¹. Os animais obtiveram ganhos satisfatórios e próximos do esperado que era de 200 g dia⁻¹ de acordo com as recomendações do NRC (2007). De acordo com os resultados obtidos o uso de resíduos do fruto da palma e do cladódio associado com outros ingredientes alimentares na dieta de ovinos proporcionou resultados satisfatórios sendo tecnicamente aplicável e financeiramente viável. Esta nova forma de alimentação seria interessante para suprir as exigências nutricionais dos animais principalmente durante os períodos de estiagem.

Estudos realizados com silagem de palma na forma de ração completa demonstraram que os ovinos tiveram desempenho satisfatório. Segundo os pesquisadores ao se oferecer uma ração na forma de silagem rica em nutrientes como energia e proteína e especialmente em água para alimentar animais com o propósito de produzir leite ou carne em regiões áridas e, ou semiáridas é certamente algo excepcional e que merece ser fonte de estudos em busca de aprimorar a técnica e repassar essas informações aos criadores

que são os maiores beneficiados. Estudos avaliando o desempenho de ovinos alimentados com e sem silagem de palma na forma de ração total, mostram que os custos para a confecção da silagem foram menores em relação a ração convencional, os animais alimentados com silagem de palma na forma de ração tiveram um ganho médio diário (GMD) de 270 g dia⁻¹ enquanto os animais recebendo dieta convencional tiveram um ganho médio diário de 109 g dia⁻¹. Outros estudos mostram que a duração dessa silagem desde que bem fermentada e em condições adequadas de conservação podem ser armazenadas a períodos superiores a 24 meses, sendo uma reserva alimentar estratégica que pode ser utilizada em períodos de estiagem (ADOUS, 2016).

Hernandez (2012) avaliando o ganho de peso de 20 cabras alimentadas sem e com silagem de palma adicionados por ureia e melão na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de triticale (*Triticosecale rimpai* Wittm), verificou que os animais alimentados com silagem de palma tiveram ganho de peso diário superior de 140 g dia⁻¹ enquanto o grupo controle obteve ganhos abaixo de 60 g dia⁻¹. A silagem foi confeccionada em silo trincheira e apresentou-se bem fermentada, e com base neste estudo pode-se inferir que a silagem de palma na forma de ração quando associada a outros ingredientes alimentares proporcionaram melhor desempenho animal, barateando o custo da ração e otimizando o sistema de produção.

Suarez (2012) avaliando o ganho de peso de 20 ovelhas alimentadas sem e com silagem de palma adicionados por ureia e melão na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de triticale, verificou que os animais alimentados com silagem de palma tiveram ganho de peso diário superior a 100

g dia⁻¹ enquanto o grupo controle obteve ganhos abaixo de 50 g dia⁻¹, com base neste estudo a silagem de palma na forma de ração associada a outros ingredientes proporcionaram desempenho animal satisfatório.

Uso do capim-buffel na forma de silagem

Os recursos forrageiros que podem ser utilizados na alimentação animal são diversos podendo, serem nativos e, ou exóticos que sejam adaptadas as condições áridas e semiáridas e que possuam eficiência no uso da água e de nutrientes produzindo massa de forragem em quantidade satisfatória. Dentre as plantas forrageiras o capim-buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.)] se destaca por ser uma planta exótica de origem africana que foi trazida para o Brasil e se adaptou no ambiente semiárido, é uma gramínea C4 que possui razoável valor nutritivo, média digestibilidade, médios teores de proteína, possui seu sistema radicular desenvolvido, resistente a longos períodos de estiagem e possui boa palatabilidade, esta gramínea pode ser utilizada na forma de pastejo direto, pasto diferido, feno ou silagem (MOREIRA et al., 2007; VOLTOLINI, ARAUJO e SOUZA, 2014).

Moreira et al. (2007) avaliando a produção e a utilização de pasto diferido de capim-buffel em uma área de 7,5 hectares no sertão pernambucano verificaram que a disponibilidade de fitomassa ao longo do ano variou de 6.492 kg MS ha⁻¹ para 3.356 kg MS ha⁻¹, juntamente com o capim foram identificadas 22 espécies diferentes de plantas invasoras e outro tipo de gramínea o capim urocloa [*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy], a composição química do pasto variou ao longo do ano com valores que variaram principalmente na MS,

PB, FDN e lignina apresentando valores de 58,69 a 72,82% MS, 3,04 a 4,52% PB, 68,49 A 77,44% FDN e 2,12 a 3,94% de lignina, conforme se aumentava a idade da planta e diminuía a disponibilidade de água no solo, aumentou-se os teores de MS e FDN e diminuiu o teor de PB, esses resultados estão associados a própria fisiologia da planta à medida que ocorrem mudanças em sua fenologia tende a ocorrer diminuição do valor nutritivo e maior lignificação dos colmos e folhas, apesar da disponibilidade de fitomassa que o capim apresentou como uma adequada fonte de fibra, podendo ser utilizado na dieta de ruminantes, alterações em seu valor nutritivo causam ineficiência da sua utilização.

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

Pinho et al. (2013) avaliando a qualidade da fermentação 1, 3, 7, 15 e 30 dias após ensilagem de capim-buffel em função de diferentes alturas de corte 30, 40, 50 e 60 cm, verificaram que os teores de MS variaram de 194,2 a 224,1 g kg⁻¹ durante 30 e 60 cm de altura respectivamente, as silagens apresentaram

teores médios de AL que variaram de 21,7 a 28,3 g kg⁻¹ MS forragem, o pico da produção de AL se deu aos sete dias após a ensilagem, a concentração de CS na planta variaram de 23,8 a 31,0 g kg⁻¹ MS e na silagem após 30 dias de fermentação variaram de 7,12 a 8,13 g kg⁻¹ MS. Esses resultados indicam que a silagem de capim-buffel provavelmente irá ter boa estabilidade aeróbia logo que os CS disponíveis foram prontamente utilizados para a produção de AL e os teores de CS residuais apresentaram em baixas concentrações, dessa forma evitando a ocorrência de fermentações indesejáveis após a exposição do material em meio aeróbio. Os valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) sobre o percentual de nitrogênio total (%NT) foram considerados elevados indicando proteólise do material ensilado variando de 35,8 a 70,9 N-NH₃ %/NT esse fato pode ter ocorrido a baixas concentrações de MS e com elevada quantidade de água presente no material ensilado promoveu condições para o desenvolvimento de bactérias do gênero clostrídio, os valores de pH variaram em função das alturas de corte e dos períodos de fermentação variando de 4,5 a 5,5 sendo considerados acima do indicado pela literatura de acordo com McDonald, Henderson e Hero (1991), porém valores aceitáveis para capins tropicais.

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

Silva (2014) avaliando o potencial de utilização da silagem de capim-buffel em substituição a silagem de milho por meio da determinação do desempenho, das características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos da raça Santa Inês, verificou que a silagem apresentou adequada qualidade de fermentação. Os diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de capim-buffel nas dietas, não alteraram o peso vivo final, ganho de peso diário, ganho de peso total e o consumo de MS (g dia^{-1} , % do peso vivo e peso vivo metabólico^{0,75}). Estes resultados demonstram que a substituição da silagem de milho por silagem de capim-buffel, em dietas para ovinos mestiços de Santa Inês com sem padrão racial definido, em confinamento, pode ser realizada, pois proporciona um consumo de nutrientes, desempenho e rendimentos de carcaças satisfatórios.

Souza (2010) avaliando a composição química e o perfil fermentativo das silagens de quatro cultivares de capim-buffel, sendo elas: Pusa Giant, Tanzânia, Buchuma e Biloela, ensiladas em cinco idades de corte (20, 35, 50, 65 e 80 dias), verificou que o percentual de MS variou de 19,75 a 37,45% para o cultivar Pusa Giant com idade de corte aos 20 dias e para o cultivar Buchuma aos 80 dias de idade respectivamente, já a PB variou de 3,81 a 12,89% para o cultivar Buchuma aos 80 dias de idade e para a cultivar Tanzânia com idade de corte aos 20 dias respectivamente. Os valores de pH variaram de 3,8 a 4,7 apresentando-se de um modo geral um pouco acima do que a literatura preconiza que é de 3,8 a 4,2 (McDONALD, HENDERSON e HERO, 1991), já as perdas em relação ao %MS variaram de 0,99 a 11,52% onde as cultivares colhidas em idades a partir de 20 dias tiveram maiores perdas em relação as

silagens das cultivares que foram colhidas aos 80 dias, os valores de N-NH₃ foram elevados que variaram de 9,81 a 19,58% N-NH₃ %/NT, foi observado um aumento da concentração de AL (P<0,05) com o avanço da idade de corte para todas as cultivares e a concentração do ácido lático variaram de 1,12 a 3,09% AL na MS.

Uso de silagem na forma de ração completa

A ração totalmente misturada ou ração completa é uma dentre várias alternativas existentes de alimentação animal, o conceito básico desta técnica consiste em selecionar previamente os ingredientes a serem utilizados para se confeccionar a ração, ter conhecimento das composições químicas e físicas de cada ingrediente, após obter essas informações deve-se realizar a formulação da dieta de forma que atenda as exigências nutricionais de uma determinada espécie e, ou categoria animal, em que a ração que seja formulada atenda as demandas que se deseja, seja para a produção, reprodução, crescimento ou manutenção. Após a dieta previamente formulada deve-se processar os alimentos conforme seja necessário podendo-se realizar pré-misturas em suas devidas proporções até atingir a homogeneidade, devendo-se ao final do processo a ração apresentar-se de forma homogênea e que impeça ou dificulte a seleção dos ingredientes pelos animais ao ser consumida.

Segundo Larson e Ralston (2012) a utilização de rações totalmente misturadas é antiga e muitos acreditam que seu uso na alimentação de grandes animais se deveu a sua utilização pioneira na nutrição de animais pets as “rações”. Dentre desse mesmo conceito de rações para pets onde as graxaria

dos abatedouros juntamente com fontes de origem vegetal são misturadas em suas devidas proporções e feitas rações. Dessa forma surgiu a utilização de rações totalmente misturadas na alimentação de animais ruminantes.

Segundo Lammers Heinrichs e Ishler (2015) ao se utilizar rações totalmente misturadas possui vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens destaca-se a otimização dos ingredientes que são utilizados na propriedade, pode-se utilizar coprodutos, subprodutos ou resíduos agroindústrias podendo-se obter diminuição do custo do quilograma da ração ao se comparar com o preço do quilograma de uma ração convencional, outra vantagem de se utilizar ração totalmente misturada na dieta de animais ruminantes seria devido a homogeneidade do material, proporções semelhantes de energia, proteína, fibras, vitaminas e minerais seriam ingeridas regularmente fazendo com que não houvesse picos de fermentação ruminal e sim uma fermentação mais linear e frequente, essa forma de alimentação desde que aplicada de forma adequada permite um incremento de até 4% na produção de leite quando comparada com a utilização da ração convencional, evitaria a ocorrência de distúrbios metabólicos, diminuição da mão-de-obra.

O fornecimento de nutrientes adequados aos animais é importante tanto para a saúde quanto para a produção, seja de leite ou carne. As rações para ruminantes devem conter forragens de boa qualidade, um equilíbrio entre as fontes de grãos, proteínas minerais e vitaminas. Estas fontes de alimentação fornecem os nutrientes necessários para a produção, crescimento, reprodução e produção de leite ou carne o que vai depender é da espécie, sua aptidão, se é macho ou fêmea e o estado fisiológico em que o animal se encontra. Os animais

devem ser alimentados na quantidade certa e o uso de rações a base de dieta total promove a combinação para fornecer um equilíbrio de nutrientes evitando excessos ou deficiências (COGAN et al., 2016).

Através do conhecimento em nutrição animal, conhecendo a composição química dos alimentos que serão utilizados e os seus custos é possível se formular rações fazendo um equilíbrio entre os nutrientes de forma que a mistura de alimentos de alta qualidade e também de maior valor econômico sejam misturados a alimentos de menor qualidade e de menor valor econômico, essa mistura pode ser feita sem trazer prejuízos para a nutrição dos animais, pois com essa associação, pode-se utilizar resíduos da agroindústria que se fossem utilizados individual seriam praticamente impossíveis de serem utilizados na alimentação animal (TORELL, 2012).

Ao se formular rações que atendam às necessidades dos animais de forma que tenha um equilíbrio dos nutrientes é possível otimizar o sistema de produção, uma vez que diminui-se custo com mão-de-obra, as rações totalmente misturadas podem ser de menor custo quando comparadas a produção de rações convencionais, os animais podem ter um incremento de até 5% no ganho de peso uma vez que a ração na forma totalmente mistura está balanceada em quantidades de fibra, energia, proteína, vitaminas, minerais e aditivos, a cada bocado que o animal ingere está ingerindo quantidades equilibradas de nutrientes que estas serão fermentadas de forma contínua podendo ocorrer uma otimização dos nutrientes ao chegarem no trato gastrointestinal principalmente no rúmen podendo causar incrementos na população de bactérias, aumento na produção de ácidos orgânicos e aumento na produção animal (TORELL, 2012).

Para que se obtenha êxito na alimentação de animais na forma de ração totalmente misturada é importante atentar para se conhecer a composição química dos alimentos e suas limitações físicas, conhecer as exigências nutricionais dos animais, formular as rações de forma adequada e sem inconsistências, separar os animais em lotes de forma mais homogênea possível para que não ocorra sub ou superalimentação, deve-se também estar atento ao percentual de sobras que deve ser inferior a 5% do total ofertado por dia, atentando para esses e demais fatores é possível obter sucesso no uso de rações totalmente misturadas na alimentação de ruminantes (LINN, 2016).

No Sul da Austrália o uso de ração totalmente misturada permite que uma fazenda de atividade leiteira possua maior número de animais que a quantidade de hectares, tal fato só é possível graças a forma de alojamento e de alimentação dos animais, onde estes se encontram em sistema de confinamento e a alimentação é controlada continuamente na forma de ração totalmente misturada com base nas exigências em nutrientes do rebanho, a partir disso uma máquina específica para tal função pesa cada quantidade exata de alimentos de acordo com a formulação da dieta que será ofertada para cada categoria ou lote de animais, com um manejo adequado e com um controle rigoroso a fazenda conseguiu aumentar a produção de leite, diminuiu a mão-de-obra, aumentou a eficiência alimentar do rebanho pois a dieta é ofertada na quantidade correta além da homogeneização dos ingredientes permitir uma fermentação ruminal adequada e diminuição da seleção de partículas, aumentou a lucratividade como também diminuiu o custo de produção da ração atual ao utilizar resíduos da agroindústria que são disponíveis a um preço acessível (DAIRY SA, 2008).

Na região da Ásia e do Pacífico a utilização de ração totalmente misturada vem sendo alvo de investigações científicas para sua utilização na dieta de cabras leiteiras, a nova forma de alimentação vem sendo pesquisada pela empresa de pesquisa agrícola de Taiwan. Os resultados obtidos se mostraram promissores onde quando comparado com a forma de alimentação convencional foi possível aumentar em até 7% da produção de leite. Os pesquisadores justificam tal fato devido as características singulares que a oferta de uma ração na forma de mistura total proporciona aos animais, dentre estas características se destacam a diminuição de seleção pelos animais, ingestão adequada de proporções de nutrientes equilibradas no que diz respeito a forragem, cereais, minerais e aditivos, permitiu também diminuição da mão-de-obra e conseguiu-se maior produtividade com a nova forma de manejo quando comparado ao manejo tradicional (FOOD AND FERTILIZER TECHNOLOGY CENTER. ASIAN AND PACIFIC REGION, 2010).

Segundo Hoffman (2004) quando se escolhe alimentar os animais com ração totalmente misturada deve-se realizar todo o planejamento e tomar todas as precauções possíveis para não acarretar com os possíveis prejuízos, dentre os cuidados que se deve ter neste tipo de alimentação refere-se ao acompanhamento e controle contínuo dos nutrientes presentes na ração, em que ao se formular e se produzir uma ração totalmente misturada deve-se verificar através de análises laboratoriais se após produzida esta ração está de acordo com a qual foi formulada. Dentre as análises básicas que se deve realizar nesse tipo de ração são as avaliações dos teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente neutro indigestível,

cálcio, fósforo e carboidratos não fibrosos, antes de se realizar as análises deve-se entender como proceder a colheita das amostras, as amostras devem representar a ração por completo, a utilização de equipamentos limpos e adequados diminui a ocorrência de possíveis contaminações que possam alterar resultados. Essas aferições são importantes pois dependendo dos resultados obtidos deve-se investigar a possível causa de alteração na ração e assim evitar que tal acontecimento se repita.

Estudos de caso que se iniciaram em 2008 foram divulgados sobre a utilização de ração totalmente misturada na forma de silagem para caprinos leiteiros, em uma Fazenda na região de Ontario, Canadá, atualmente produtores de leite expressam sua opinião sobre a utilização desta técnica e dizem ter conseguido benefícios quando comparado com a forma de alimentação tradicional, para o pecuarista Jony Roos uma das principais vantagens de se utilizar essa técnica foi a inclusão de restos de culturas e a inclusão facilmente possível de resíduos e aditivos que podem ser incorporados na alimentação animal, é necessário armazenagem dos ingredientes utilizados principalmente no caso de forragens conservadas “feno e silagem”, a produção de leite aumentou, os resultados se mostram satisfatórios (ONTARIO GOAT, 2015).

Várias forragens úmidas podem compor silagens na forma de ração completa. Xu et al. (2007) avaliando o valor nutritivo, digestibilidade aparente, qualidade de fermentação e balanço de nitrogênio de silagens na forma de ração contendo resíduos de chá advindos da indústria de chá em substituição ao resíduo de cervejaria cujos níveis variaram de 0, 50, 100 e 150 g kg⁻¹ MS da dieta total, verificaram que todas as silagens apresentaram-se bem preservadas com

baixo pH e baixo teor de nitrogênio amoniacal em relação ao percentual de nitrogênio total (N-NH₃/ %NT) e alto teor de AL o material foi ensilado e aberto aos 45 dias, após analisadas as rações apresentaram em torno de 16% de PB, a digestibilidade, o consumo e o balanço de nitrogênio se apresentaram normais.

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

Yuan et al. (2016) avaliando o padrão de fermentação de silagens na forma de ração total aditivadas ou não, através de um ensaio experimental composto por seis tratamentos (controle, etanol, melação, *Lactobacillus plantarum*, etanol+melação e etanol+*Lactobacillus plantarum*) e quatro repetições a base de milho (planta inteira), para atender as exigências de vacas em manutenção, os autores verificaram que o tratamento controle apresentou menor concentração de ácido lático, menor recuperação de matéria seca, maior concentração de ácido butírico, de ácido acético e maior estabilidade aeróbia em

comparação para os tratamentos aditivados com etanol e etanol+*L. plantarum*, isso pode estar associado pelo fato dos tratamentos aditivados com etanol e etanol+*L. plantarum* apresentaram menores contagens de leveduras, ocorreu uma maior conservação do material, menores perdas e maior conversão de substrato em ácidos orgânicos.

O sistema de alimentação animal na forma de ração totalmente misturada ou ração completa na forma de silagem é uma dentre várias alternativas existentes para se alimentar animais e na atualidade está sendo foco de estudos em nutrição animal, conhecer a dinâmica da produção deste tipo de ração e os fatores que influenciam na qualidade, utilização, custo e eficiência é essencial para se almejar aumento da produção animal.

Referências

ADOUS, F.E. **Dissemination of feed based on cactus silage by breeder of Rhamna region**. Disponível em: <<https://www.feedingknowledge.net>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

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

ALVES, R.N.; FARIAS, I.; MENEZES, R.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.

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

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, n. 5, p. 89-98, 2011.

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

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

BARBOSA, R.S.; CAVALCANTI, V.A.L.B.; LOPES, E.B.; ARAÚJO, E. Doenças da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste**. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 81-98.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOA, R.A.S.; BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.; RIBEIRO NETO, A.C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

CAVALCANTI, M.T.; SILVEIRA, D.C.; FLORENTINO, E.R.; SILVA, F.L.H.; MARACAJÁ, P.B. Caracterização biométrica e físico-química das sementes e amêndoas da faveleira (*Cnidoscylus phyllanthus* (mart.) Pax. Et k. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 41-45, 2011.

CHIACCHIO, F.P.B. Incidência da cochonilha do carmim em planta forrageira. **Bahia Agrícola**, v. 8, p. 12-14, 2008.

COELHO, R.S.B. Doenças da palma. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 57-63.

COGAN, T.; HAWKEY, R.; HIGGIE, E.; LEE, M.R.F.; MEE, E.; PARFITT, D.; RAJ, J.; RODERICK, S.; WALKER, N.; WARD, P.; WILKINSON, J.M. Silage and total mixed ration hygienic quality on commercial farms: implications for animal production. **Grass and Forage Science**, v. 1, p. 1-13, 2016.

COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E.M.; MEDEIROS, A.N.; GIVISIEZ, P.N.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MELO, A.A.S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v. 82, n. 1, p. 62-65, 2009.

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

DAIRY SA. Bevan Park. **Total Mixed Ration System**. Disponível em: <<http://frds.dairyaustralia.com.au/wp-content/uploads/2012/01/WP1242-Bevan-Park.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

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

DOMINGUES, A. Para um melhor conhecimento dos domínios coloniais: a constituição de redes de informação no Império português em finais do Setecentos. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 8 (suplemento), p. 823-38, 2001.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste**. Recife; Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais. 1963. 76p.

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

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

FEEDING FOR SUCCESS. **CASE STUDY 3: Total mixed rations at roos dairy goats**. Disponível em: <<http://www.ontariogoat.ca/wp-content/uploads/2015/10/FINAL-Case-Study-Roos.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

FOOD AND FERTILIZER TECHNOLOGY CENTER. Asian and Pacific Region (FFTC). **Feeding of total mixed rations to dairy goats**. Disponível em: <<http://www.agnet.org/library.php?func=view&id=20110729174105>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

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

GOUVEIA, J.S.S.; OLIVEIRA, V.S.; SANTOS, G.R.A.; MELO, K.D.A.; OLIVEIRA, A.G.; MELO, M.V.A. Partial replacement of corn by forage cactus in the diets of lactating goats. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 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**, n. 206, p. 1-7, 2015.

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

GUTIERREZ, L.H. **Plagas y enfermedades del Nopal em México**. Universidad Autónoma de Chapingo, CIESTAAM, Reporte de Investigación 11, 52p., 1993. Disponível em: <<http://ciestaam.edu.mx/plagas-enfermedades-del-nopal-en-mexico/>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

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

HERNANDEZ-URBIOLA, M.I.; CONTERAS-PADILLA, M.; PEREZ-TORRERO, E.; HERNANDEZ-QUEVEDO, G.; ROJAS-MOLINA, J.I.; CORTES, M.E.; RODRIGUEZ-GARCIA, M.E. Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus indica* cv. Redonda) at diferente maturo stages. **The Open Nutrition Journal**, v. 4, p. 11-16, 2010.

HOFFMAN, P.C. Sampling and evaluating total mixed rations. **Focus on Forage**, v. 6, n. 1, p. 1-2, 2004.

HU, X.H.W.H.; WANG, H.; NING, T.; ZHENG, M.; XU, C. Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 502-510, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. [2011]. Censo demográfico população de habitantes. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

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

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

LACERDA, C.A.; SANTOS, V.F.; BORGES, L.R.; SANTOS, E.A.; COSTA, E.K. S.L.; SILVA FILHO, C.A.T.; AQUINO, R.E.; ATAÍDE, M.L.; SILVA, D.M.P. Utilização de produtos alternativos para o controle da cochinha-do-carmim *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) em palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 16, p. 31-41, 2011.

LAMMERS, B.P.; HEINRICH, J.A.; ISHLER, V.A. Pennsylvania state university. department of dairy and animal science. **Use of total mixed rations (TMR) for dairy cows**, Last updated March, 2015. Disponível em: <[http://expeng.anr.msu.edu/sites/animalwelfare/files/Nutrition_3_\(Lammers\).pdf](http://expeng.anr.msu.edu/sites/animalwelfare/files/Nutrition_3_(Lammers).pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

LARSON, E.; RALSTON, S. The Horse. **Forage-based total mixed rations: Economical and effective.** Disponível em: <<http://www.thehorse.com/articles/29400/forage-based-total-mixed-rations-economical-and-effective>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

LIBERATO, P.M.; AVIGUERA, L.A. **Aprovechamiento integral y sostenible de la tuna y otras plantas suculentas.** Universidad de Guadalajara. 10p., 2006.

LIM, T.K. Fruits. In **Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants**; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2012; v. 1, pp 153-159.

LIMA, G.F.C.; REGO, M.M.T.; DANTAS, F.D.G.; LÔBO, R.N.B.; SILVA, J.G.M.; AGUIAR, E.M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 481-488, 2016.

LIMA, R.M.B.; FERREIRA, M.A.; ALBUQUERQUE, L.H.B.; ARAÚJO, P.R.B.; VÉRAS, A.S.C.; SANTOS, D.C.; SOUZA, I.S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

LINN, J. University of minnesota. department of dairy and animal science. **Feeding total mixed rations**, Extension > Agriculture > Dairy Extension > Feed and Nutrition, 2016. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/feed-and-nutrition/feeding-total-mixed-rations/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

LOPES, E.B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste.** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. 130p.

LOPES, E.B.; BATISTA, J.L.; BRITO, C.H.; SANTOS, D.C. Pragas da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste.** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 61-80.

LOPES, E.B.; SANTOS, D.C.; VASCONCELOS, M.F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste.** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 21-60.

LOPES, E.B.; VASCONCELOS, M.F. Zoneamento agrícola de risco climático para a cultura de palma forrageira no estado da Paraíba. In: LOPES, E.B. (Ed.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido Nordeste.** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 169-202.

LUCENA, C.M.; LUCENA, R.F.P.; COSTA, G.M.; CARVALHO, T.K.N.; SILVA, G.G.C.; NÓBREGA, A.R.R.; NUNES, E.M. Use and knowledge of cactaceae in

northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, p. 1-11, 2013.

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

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

MONDRAGÓN-JACOB, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding *Opuntia* for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOB, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. **FAO Plant Production and Protection (169)**, Rome, p. 21-28, 2001.

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

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

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

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

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

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 187-195, 2010.

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

NOBEL, P.S. **Environmental biology of agaves and cacti**. New York: Cambridge Univ.Press. 1988, Disponível em: <<http://www.olivreiro.com.br/livros/91550-environmental-biology-of-agaves-and-cacti>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 58-66, 2011.

OLIVEIRA, F.D.B.P. **Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com palma forrageira em substituição ao fubá de milho**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, p. 33, 2014. Disponível em: <http://www.pgcap.ufrpe.br/sites/ww2.prppg.ufrpe.br/files/felipe_douglas_barbo_sa_pedrosa_de_oliveira.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2017.

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

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

PEREIRA, P.C.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J.E.F.; SANTOS, D.C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184-195, 2015.

PIMENTA, B.E.; BARBARA, G.; INGLESE, P. Cactus pear (*Opuntia* spp. Cactaceae) International Network: An effort for productivity and environmental conservation for arid and semiarid lands. **Cactus and Succulent Journal**, v. 65, p. 225-229, 1993.

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

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

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

REKIK, M.; BEN SALEM, H.; LASSOUED, N.; CHALOUATI, H.; BEN SALEM, I. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* F. Inermis) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary

secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. **Small Ruminant Research**, v. 90, n. 1, p. 53-57, 2010.

ROCHA, J.E.S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, 40p., 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96744/1/DOC-106.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

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

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

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

SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; DIAS, F.M. Melhoramento genético da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 27-42.

SANTOS, D.G.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.A.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, Recife, documentos 30, 2006, 33p. Disponível em: <http://www.ipa.br/publicacoes_tecnicas/Pal01.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.

SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, C.B.; FREIRE, J.L.; PINTO, M.S.; SANTOS, D.C.; SOUZA, T.C.; SILVA, M.C. Manejo da palma forrageira. **II Congresso brasileiro de palma e outras cactáceas**, Garanhuns, 15p., 2011. Disponível em: <<http://pecnordestefaec.org.br/palma/artigos/MANEJO-DA-PALMA-FORAGEIRA.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M.; GARCIA, A.; GUIM, A.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 25-43, 2010.

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

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

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 8, n. 5, p. 1-13, 2007.

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

SILVA, P.D.; COELHO, R.S.B.; CAVALCANTI, V.A.L.B. *Alternaria tenuis* em palma forrageira no estado de Pernambuco: ocorrência, métodos de inoculação e controle químico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 11-26, 2001.

SILVA, T.M.B. **Desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com silagem de capim-buffel em substituição a silagem de milho**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, p. 72, 2014. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~tcc/000006/0000062c.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

SIMÕES, D.A.; SANTOS, D.C.; DIAS, F.M. Introdução da palma forrageira no Brasil. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.): **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 13-26.

SOUZA, A.E.F.; NASCIMENTO, L.C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E.B.; SOUTO, F.M. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no semiárido paraibano. **Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 11-20, 2010.

SOUZA, R.A. **Características fermentativas e nutricionais de silagens de cultivares de capim-buffel em diferentes idades de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, p. 60, 2010. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~tcc/000002/0000029E.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

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

Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE - **O Nordeste Semiárido e o Polígono das Secas**. Recife, 2003. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/nordeste/index.html>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

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.

TORELL, R. Nevada cattlemen's association. promoting a dynamic and profitable nevada beef industry. **Cow camp chatter**. Disponível em: <<http://www.nevadacattlemen.org/totalmixedrations.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

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

VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L.; SOUZA, R.A. **Silagem de capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região Semiárida**. (Embrapa Semiárido. Documentos, 259). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiario/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004196/silagem-de-capim-buffel-alternativa-para-a-alimentacao-de-ruminantes-na-regiao-semiarida>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.D.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.; BISPO, S.V.; SILVA, F.M.D.; SANTOS, V.L.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012.

WARUMBY, J.F.; ARRUDA FILHO, G.P.; CAVALCANTI, V.A.L.B.; ARRUDA, G.P. Pragas da palma. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 65-80.

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

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

YUAN, X.; WEN, A.; WANG, J.; GUO, G.; DESTA, S.T.; SHAO, T. Effects of ethanol, molasses and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of total mixed ration silages in the Tibetan plateau of China. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 681-689, 2016.

ZEGBE, J.A.; SERNA-PÉREZ, A.; MENA-COVARRUBIAS, J. Mineral nutrition enhances yield and affects fruit quality of 'Cristalina' cactus pear. **Scientia Horticulturae**, v. 167, p. 63-70, 2014.

2º Capítulo

Caracterização agronômica de genótipos de palma

Manuscrito nas normas da Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)

Agronomic characterization of cactus genotypes

Alberto Jefferson da Silva Macêdo⁽¹⁾, Edson Mauro Santos⁽²⁾, Ricardo Loiola Edvan⁽³⁾, João Paulo de Farias Ramos⁽⁴⁾, Wandrick Hauss de Sousa⁽⁴⁾ and Alexandre Fernandes Perazzo⁽⁵⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, CEP 58708-110 Patos, PB, Brasil. E-mail: macedoajs@gmail.com ⁽²⁾Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, CEP 58397-000 Areia, PB, Brasil. E-mail: edson@cca.ufpb.br ⁽³⁾Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Departamento de Zootecnia, CEP 64900-000 Bom Jesus, Piauí, Brasil. E-mail: edvan@ufpi.edu.br ⁽⁴⁾Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, CEP 58033-455 João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: jpemepapb@yahoo.com.br ⁽⁵⁾Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, CEP 45700-000 Itapetinga, PB, Brasil

Abstract – The objective was to evaluate the agronomic potential and morphological characteristics of 34 cactus pear genotypes destined to forage production. The genotypes were implanted in a randomized complete block design, with 34 treatments and three replications. After 330 days of cultivation, biometric measurements of the morphological characteristics, mortality check, pest and disease occurrence, and crop cutting were performed for agronomic production. It was observed the formation of five distinct groups, some morphological characteristics correlated with the productive characteristics. Green mass production correlated with dry mass production, water accumulation, water use efficiency, water accumulation and cladode number per plant. The genotypes indicated for cultivation are Negro Michoacan (V07), Tamazunchale (V12), California (V14), Orelha de Elefante Mexicana (V17) and Amarillo 2289

25 (T32) for having presented higher yields of dry and green mass, as well as greater accumulation
26 of water, water use efficiency and carrying capacity.
27 Index terms: cactus, cladodes, correlations, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia ficus indica*, dry
28 mass yield.

29 **Caracterização agronômica de genótipos de palma**

30 Resumo – Objetivou-se avaliar o potencial agronômico e características morfológicas de 34
31 genótipos de palma destinadas a produção de forragem. Os genótipos foram implantados em
32 um delineamento em blocos completos casualizados, com 34 tratamentos e três repetições.
33 Após 330 dias de cultivo realizaram-se medições biométricas das características morfológicas,
34 verificação de mortalidade, ocorrência de pragas e doenças e corte das plantas para aferição da
35 produção agronômica. Observou-se a formação de cinco grupos distintos, algumas
36 características morfológicas se correlacionaram com as características produtivas. A produção
37 de massa verde se correlacionou com produção de massa seca, acúmulo de água, eficiência de
38 uso da água, acúmulo de água e número de cladódio por planta. Os genótipos indicados para
39 cultivo são Negro Michoacan (V07), Tamazunchale (V12), Califórnia (V14), Orelha de
40 Elefante Mexicana (V17) e Amarillo 2289 (T32) por terem apresentado maiores produções de
41 massa seca e verde, como também maiores acúmulo de água, eficiência de uso da água e
42 capacidade de suporte.

43 Termos para indexação: cactácea, cladódios, correlações, *Nopalea cochenillifera*, *Opuntia ficus*
44 *indica*, produção de massa seca.

45

46 **Introdução**

47 A palma apresenta potencial de utilização para alimentação animal. Em regiões áridas e
48 semiáridas a palma se destaca perante outras forrageiras devido a sua elevada adaptabilidade e
49 capacidade de produzir massa de forragem com pouca disponibilidade hídrica, por questões

50 históricas e culturais o principal gênero de palma cultivado era *Opuntia* spp.,
51 predominantemente dois genótipos, a palma gigante e a palma redonda, porém esses tipos são
52 susceptíveis a pragas e doenças (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013).

53 Diante dessa situação busca-se por alternativas que venham resolver essa problemática,
54 o controle genético de pragas ou doenças pode ser uma medida a ser realizada, através da
55 introdução de genótipos de palma resistentes ou tolerantes. Estudos comprovam que genótipos
56 de palma pertencentes aos gêneros *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. possuem resistência a algumas
57 pragas como exemplo da cochonilha do carmim (*Dactylopius coccus*) (VASCONCELOS et al.,
58 2009; LOPES et al., 2010).

59 Assim estudos de gêneros de palma *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. são essenciais para
60 identificar genótipos resistentes a pragas e doenças, servindo de base para cruzamentos,
61 objetivando a identificação de genótipos ou criação de cultivares que sejam resistentes a pragas
62 e doenças e mais produtivos.

63 Para identificar e indicar genótipos de palma promissores e que possam servir de base
64 para o melhoramento genético é necessário estudos que envolvam características adaptativas,
65 morfológicas e estruturais, como número e dimensão de cladódios, que são correlacionadas
66 positivamente com a produção de massa de forragem da cultura (PINHEIRO et al., 2014).

67 Amorim et al. (2015) avaliando as características agronômicas de 24 variedades de palma,
68 verificaram que as características agronômicas e morfológicas possuíam correlação positiva
69 significativa com a produção de massa de forragem.

70 Nós hipotetizamos que ao se avaliar características morfológicas e produtivas de vários
71 genótipos de palma pertencentes a dois gêneros distintos, pode-se selecionar os genótipos que
72 se sobressaiam perante os demais, que apresentem-se resistentes a pragas e doenças como
73 também mais produtivos, do que os genótipos atualmente cultivados.

99 Amarilla Vach (T42), Plátamo (T57), Rosa Liso (T63), Rosa (T64), Pelona D. Objeto (T73),
100 Rosa S.L.P. (T75) e Tuna Amarilia (T79).

101

102 *Nopalea*: Negro Michoacan (V07), Polotitlan (V09), Tamazunchale (V12), Texas (V13),
103 Califórnia (V14), Blanco San Pedro (V19), Nopalea Uruapan (V20), Negro Michoacan (F07) e
104 Doce (FD).

105

106 *Plantio dos genótipos de palma*

107 Antes do plantio, foram colhidas amostras de solo aleatórias representativas da área
108 experimental, na profundidade de 0–20 cm, para caracterização da fertilidade do solo e de
109 acordo com o resultado da análise (Tabela 1) realizou-se adubação mineral, aplicando-se 50 kg
110 P_2O_5 ha⁻¹ na forma de superfosfato triplo “Super Triplo, saco 50 kg” (Fertilizantes Heringer[®],
111 produzido em Candeias, Bahia, Brasil) (5 g de adubo por planta), 70 kg K_2O ha⁻¹ na forma de
112 cloreto de potássio “Krista K, saco 25 kg” (Yara[®], produzido em Maceió, Alagoas, Brasil)
113 aplicados na fundação (6 g de adubo por planta) e 50 kg N ha⁻¹ na forma de ureia “Ureia
114 fertilizante, saco 50 kg” (Petrobras[®], produzido em Laranjeiras, Sergipe, Brasil) dividido em
115 duas aplicações aos 60 dias com 40% N e 180 dias após plantio aplicando 60% N (2 g de adubo
116 por planta na 1ª aplicação e 3 g de adubo por planta na 2ª aplicação), de acordo com as
117 recomendações de adubação para o tipo de solo (CAVACANTI, 1998).

118 O plantio ocorreu em novembro de 2015 e o período experimental iniciou em janeiro de
119 2016 finalizando em novembro do mesmo ano, com um cladódio por cova, na posição vertical,
120 com espaçamento entre linhas de 1,0 m e entre plantas de 0,4 m, com uma população de 25 mil
121 plantas por hectare. O controle de ervas daninhas foi realizado pelo método mecânico com
122 capina manual utilizando enxada 2,5 mm (Tramontina[®], produzido em Belém, Pará, Brasil) em
123 toda a área cultivada.

124

125 *Colheita dos genótipos de palma*

126 Em novembro de 2016 efetuou-se a colheita e coleta dos dados quando a cultura
127 apresentou 330 dias após plantio, com auxílio de um “facão 10 polegadas em aço inox”
128 (Tramontina[®], produzido em Belém, Pará, Brasil) realizou-se o corte dos cladódios,
129 conservando a planta mãe juntamente com os cladódios primários para manter a perenidade da
130 cultura (SANTOS, 1992).

131

132 *Variáveis avaliadas*

133 Os genótipos foram avaliados quanto ao número de cladódio por planta (NCP), largura
134 do cladódio (LC), comprimento do cladódio (CC), diâmetro do cladódio (DC), espessura do
135 cladódio (EC), altura da planta (ALTP), largura da planta (LP), teor de matéria seca (MS),
136 produção de massa verde (PMV), produção de massa seca (PMS), eficiência de uso da água
137 (EUA), acúmulo de água (ACA), capacidade de suporte (CAPS), taxa de mortalidade (TAX) e
138 avaliação fitossanitária (AFIT) seguindo a metodologia descrita por Santos (1992). Avaliou-se
139 a correlação entre características morfológicas, produtivas e análise de agrupamento através da
140 dissimilaridade de características entre os genótipos de palma avaliados (WARD, 1963).

141 Para avaliação do NCP, foi realizada a contagem total de cladódios das plantas que foram
142 avaliadas representando cada genótipo de palma. Para quantificação da LC, CC e DC em cm
143 foi utilizado o uso de fita métrica tipo costura “comprimento de 150 cm, graduada”,
144 (FITAS2N[®], produzido em Barueri, São Paulo, Brasil). Para quantificar a EC foi utilizado o
145 uso de “paquímetro digital” (QSTEXPRESS[®], produzido em Xangai, Jiangsu, China).

146 Para quantificar a ALTP foi utilizada a “fita métrica” (FITAS2N[®], produzido em Barueri,
147 São Paulo, Brasil), com realização da medida na vertical, da base da planta até o ponto mais
148 alto, expresso em cm. Para quantificar a LP foi utilizada a fita métrica, com realização da

149 medida na horizontal, de um ponto a outro da planta que apresentar maior envergadura,
150 expresso em cm.

151 Para determinação do teor de MS foi coletada uma subamostra de cada tratamento, para
152 pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C até o material atingir peso seco constante,
153 a fim de quantificar o teor de MS expresso em g kg⁻¹ em matéria natural de acordo com
154 metodologia preconizada pelo método 934.01 (AOAC, 1990).

155 A determinação da PMV em t ha⁻¹, foi realizado o corte aos 330 dias após o plantio. A
156 PMV em t ha⁻¹ foi obtida pelo produto entre massa verde obtida por planta colhida sendo
157 multiplicado pela população de plantas por hectare e dividido por 1000.

158 Para determinação da PMS, foi realizado o corte das plantas aos 330 dias após o plantio.
159 Posteriormente retirou-se uma subamostra de cada tratamento, para pré-secagem em estufa com
160 ventilação forçada a 65°C até o material atingir peso seco constante, a fim de quantificar o teor
161 de MS expresso em g kg⁻¹ em matéria natural. A PMS, em t ha⁻¹, foi estimada entre a
162 PMV/planta dado em kg multiplicado por população de plantas/ha e o resultado dessa
163 multiplicação foi dividido por 1000 para apresentar em tonelada e o teor de MS foi calculado
164 pelo produto massa verde kg obtida por planta colhida convertida para o total de plantas ha⁻¹.

165 Para estimativa da EUA dada em kg MS mm⁻¹, foi estimada pela divisão da PMS em t ha⁻¹
166 ¹ pela quantidade de chuva acumulada durante o período experimental. Para estimativa do ACA,
167 em t ha⁻¹ foi estimado da PMV em t ha⁻¹ multiplicando o percentual de água da planta que foi
168 calculado por teor de MS subtraindo de 100, após o resultado foi dividido por 1000.

169 Foi realizada uma simulação da CAPS de genótipos de palma (GP) em um hectare para
170 confinar ovinos por um período de 90 dias. Conhecendo a PMS t ha⁻¹. Um ovino com peso
171 médio de 25 kg de peso vivo (PV) consumindo 3% do PV × 60% GP na dieta com base na MS,
172 40% de concentrado. Foi utilizada a fórmula: CAPS = (PMS t ha⁻¹)/(consumo individual x 90
173 dias de confinamento), onde a CAPS = capacidade de suporte (quantidade de animais).

174 A avaliação fitossanitária (AFIT), foi realizada antes de iniciar a colheita da palma, em
175 que antecedente a colheita. Posteriormente o observador treinado, no dia da colheita a qualquer
176 suspeita de que alguma planta apresente algum tipo de praga ou doença o material foi coletado
177 e encaminhado para o laboratório de fitopatologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
178 para comprovação da identificação a campo.

179 Para calcular a TAX, foi contabilizada no final do período experimental, quantificaram-
180 se as plantas restantes de cada unidade experimental, comparando pela diferença entre a
181 quantidade de plantas inicial subtraindo da quantidade de plantas final, a diferença obtida foi
182 transformada em valor percentual.

183

184 *Análises estatísticas*

185 Foram realizadas análises multivariadas para formação de grupos homogêneos entre os
186 34 genótipos de palma pelo método de Ward (variância mínima) (WARD, 1963). Adotando-se
187 a distância euclidiana média como medida de dissimilaridade com os dados padronizados e
188 utilizando variáveis com maior grau de independência entre as características agronômicas,
189 com importância biológica para nutrição animal e produção de forragem. Para identificar efeitos
190 associativos foi realizada análise de correlação de Pearson entre todas as variáveis estudadas.

191 Após a organização dos dados estes foram submetidos a análise de variância para verificar
192 a variabilidade entre as características agronômicas dos 34 genótipos de palma avaliados.

193 A identificação das diferenças entre os genótipos de palma foram avaliadas pelo modelo:
194 $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, em que: Y_{ij} = valor observado da i – ésimo genótipo no j – ésimo bloco; μ =
195 média do ensaio; α_i = efeito do i – ésimo genótipo; $i = 1, 2, 3, \dots, 34$; β_j = efeito do j – ésimo
196 bloco; $j = 1, 2, 3$ e e_{ij} = erro aleatório do j – ésima observação no i – ésimo genótipo.

197 Para as características em que a análise de variância foi significativa, utilizou-se o a
198 comparação de médias pelo teste de Scott e Knott (1974) a 5% de significância. As análises
199 estatísticas foram realizadas pelo software Statistical Analysis System – SAS (SAS, 2010).

200

201

Resultados e Discussão

202 As variáveis foram analisadas através do coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 2).
203 Levando em consideração que a correlação entre características produtivas e morfológicas pode
204 ser de origem genética ou ambiental, as características que não apresentarem correlação entre
205 si demonstraram que independem das outras características, pois o aumento ou diminuição de
206 uma característica não influencia nas demais (SILVA et al., 2010).

207 Houve correlação positiva muito alta significativa entre PMV×PMS ($r=0,925^{**}$). A PMV
208 é uma variável dependente, sua correlação com a PMS está ligada pelo fato de que são variáveis
209 dependentes, à medida que uma aumenta a outra também aumenta, logo que a diferença entre
210 PMV e PMS é a umidade. Os 34 genótipos de palma avaliados possuem diferentes teores de
211 MS (Tabela 5), a elevação da PMV quando retirada a umidade é relevante para também para
212 aumentar a PMS.

213 Houve correlação positiva muito alta significativa para PMV×EUA ($r=0,925^{**}$),
214 PMV×ACA ($r=0,998^{**}$) e correlação positiva alta para PMV×NCP ($r=0,632^{**}$). A correlação
215 positiva muito alta para PMV com EUA, ACA e correlação positiva alta para PMV com NCP,
216 está relacionada ao crescimento da planta, havendo também um aumento da capacidade de
217 converter água em massa de forragem, pois quando a planta apresenta cladódios em maior
218 número ou com maiores dimensões, aumenta-se a capacidade de armazenamento de água,
219 acúmulo de nutrientes e conseqüentemente aumento da eficiência fotossintética da planta,
220 devido a utilização da água da chuva e dos nutrientes extraídos do solo para converter em massa
221 de forragem (PINHEIRO et al., 2014).

222 Houve correlação negativa muito baixa não significativa entre PMV e as características
223 de dimensão do cladódio (CC, LC, DC e EC) (Tabela 2). Tais resultados indicam que as
224 dimensões do cladódio não influenciam individualmente sobre a produção de massa verde da
225 cultura. Houve correlação positiva muito baixa entre PMV e ALTP. Neste trabalho indica que
226 genótipos que apresentaram maior PMV não foram os que possuíram maior altura.

227 A largura da planta se correlacionou positiva alta com as características produtivas, como
228 a PMV e PMS (Tabela 2), pois conforme a planta crescia em sentido horizontal proporcionou
229 a expansão vegetativa e aumento também da PMV, PMS, EUA, ACA e NCP, devido a maior
230 capacidade individual que cada cladódio possui de armazenar água e nutrientes. Os cladódios
231 mais antigos servindo de base para sustentação da planta e surgimento de novos cladódios,
232 proporcionando o crescimento da planta (SILVA et al., 2015).

233 Silva et al. (2010) avaliando a relação entre características morfológicas e produtivas de
234 50 clones de palma forrageira em condições de sequeiro, verificaram moderados valores de
235 correlação positiva entre PMS juntamente com ALTP e LP, variando de 0,560** a 0,610**.

236 Para as demais correlações com PMV, PMS, EUA, ACA, NCP, CC, LC, DC, EC e ALTP
237 não houve efeito significativo, baixa correlação positiva e baixa correlação negativa (Tabela 2).

238 A altura da planta não se correlacionou com as características produtivas, indicado efeito
239 isolado desta característica perante as demais, exceto para comprimento e diâmetro do cladódio
240 que conforme a altura da planta aumenta, também aumentou o comprimento e diâmetro do
241 cladódio, pois estas medidas influenciam diretamente na sustentação da planta.

242 As características morfológicas, como o diâmetro, largura, comprimento e espessura do
243 cladódio dos 34 genótipos de palma avaliados não apresentaram correlação e, ou apresentaram
244 correlação negativa com as características produtivas, as medidas de dimensão do cladódio
245 (comprimento, largura e diâmetro) exceto para espessura do cladódio se correlacionaram entre
246 si, devido a uma dimensão influenciar sob outra. Não sendo possível que um cladódio aumente

247 de comprimento sem alterar as medidas de diâmetro e largura, por exemplo, essas dimensões
248 são dependentes.

249 Resultados encontrados por Barbosa et al. (2018) foram similares aos obtidos no presente
250 estudo, indicando que há uma forte correlação entre as dimensões do cladódio. Os autores
251 avaliando as características morfológicas de três clones de palma forrageira verificaram que
252 comprimento, largura e diâmetro do cladódio apresentaram alta correlação entre estes, para a
253 espessura do cladódio apresentou baixa correlação negativa não significativa.

254 Para avaliação das características agronômicas discriminatórias utilizou-se: PMV, PMS,
255 EUA, ACA, CAPS, NCP, ALTP e LP. Os resultados foram expressos no dendograma de
256 dissimilaridade (Figura 2) e na análise descritiva dos dados (Tabela 3). Observou-se a formação
257 hierárquica de cinco grupos, considerando-se 7% de dissimilaridade total. A formação dos
258 grupos levou em consideração uma distância euclidiana de 2% em relação aos genótipos.

259 A análise de agrupamento identifica as variações existentes em cada genótipo que
260 também se expressam em cada grupo formado, aumentando a homogeneidade entre genótipos
261 de mesmo grupo e a heterogeneidade entre grupos. Do ponto de vista de seleção e identificação
262 de genótipos essa variação é favorável indicando que os genótipos são diferentes entre si, com
263 possibilidade de comparação e selecionar os que apresentarem características desejáveis, sejam
264 estas produtivas, morfológicas ou ambas (FERREIRA et al., 2003).

265 De acordo com o dendograma de dissimilaridade disposto na Figura 2, constatou-se que
266 existe variabilidade dentro de cada grupo e entre grupos, indicando que alguns genótipos podem
267 se sobressair perante os demais em relação às características agronômicas.

268 O grupo I genótipos: T42, V13, F07, V19 e FD. Grupo II: T32, F02, V07 e V17. Grupo
269 III: V20, V12 e V14. Grupo IV: T12, V03, V22, V30, V23, T03, V21 e FDIR. Grupo V: T63,
270 T30, T64, V04, V26, T75, T26, F10, F22, V10, V09, T79, T73 e T57 (Figura 2).

271 Conforme pode ser visualizado na análise de agrupamento o grupo I apresentou-se
272 composto pelos genótipos mais produtivos em relação a matéria seca e produção de massa
273 verde, isto foi devido aos próprios genótipos que estão presentes nesse grupo também
274 apresentaram maior EUA, maior ACA e maior altura de planta, como estas variáveis estão
275 relacionadas com as características produtivas, à medida que uma característica aumenta ou
276 diminui, as demais características dependentes acompanham tal comportamento positivamente
277 ou negativamente a depender do tipo de correlação entre essas características, os genótipos
278 pertencentes aos grupos II, III e IV apresentaram valores intermediários entre os genótipos do
279 grupo I e os genótipos do grupo V devido a possuírem menores produções e menores valores
280 para as características morfológicas.

281 Conforme a classificação obtida verificou-se que os grupos V e I foram os que
282 apresentaram menores e maiores valores médios para as seguintes variáveis, respectivamente:
283 PMV 32 a 185,1 t ha⁻¹; PMS 4,7 a 23,2 t ha⁻¹; EUA 8 a 39,5 kg MS mm⁻¹; ACA 27,2 a 161,9 t
284 ha⁻¹; CAPS 116,5 a 572,8 N^o animal ha⁻¹ e NCP 7 a 58,7 N^o planta⁻¹.

285 As características morfológicas como altura e largura de planta apresentaram elevada
286 correlação com as características produtivas, pois para que a planta aumente seu rendimento, é
287 necessária a expansão de tecidos, seja pelo aumento na dimensão de seus cladódios ou pelo
288 aumento do número de cladódios que também influencia na altura ou largura da planta, logo
289 essas características morfológicas e produtivas estão interligadas, apesar disso para a cultura da
290 palma produzir massa de forragem além dos fatores já relatados também depende das
291 características edafoclimáticas e da densidade de plantio, pois todas essas características
292 atuando em conjunto (efeito ambiental) juntamente com as características genéticas (efeito
293 genético) inerentes a própria espécie irão definir como a cultura da palma responde em situações
294 distintas (OELOFSE et al., 2006; PINHEIRO et al., 2014).

295 Para ALTP houve menor e maior alturas para os genótipos pertencentes aos grupos III e
296 II, com valores de 64,7 a 85,2 cm, respectivamente. Para LP o grupo V apresentou menor valor
297 de 54,9 cm e o grupo I maior valor de 104,1 cm. A variável que apresentou menor e maior
298 variação foi NCP com menor CV de 1,5% pertencente ao I grupo e maior CV de 69%
299 pertencente ao II grupo (Tabela 3).

300 O estudo realizado por Amorim et al. (2015) está de acordo com os encontrados na
301 presente pesquisa, ao avaliando as características agrônômicas de 24 variedades de palma do
302 gênero *Nopalea* spp., verificaram que as características agrônômicas (PMV, PMS, NCP) e
303 morfológicas (ALTP, LP, DC, EC, CC, LC) possuíram correlação positiva significativa com a
304 produção de massa de forragem dentre as variedades de palma estudadas.

305 Houve efeito ($P < 0,05$) (Tabela 4) para quase todas as variáveis morfológicas, exceto para
306 EC, apresentando valor médio de 1,8 mm. Silva et al. (2010) avaliando correlações entre
307 características morfológicas e produtivas de 50 clones de palma não verificaram efeito para
308 espessura de cladódio, com valor médio de 3,9 cm. Para NCP variou de 4 a 59. Os genótipos
309 que apresentaram maiores quantidades de cladódios foram: Califórnia (V14), *Nopalea* Uruapan
310 (V20) e Tamazunchale (V12).

311 A maior quantidade de cladódios verificados nos genótipos Califórnia (V14), *Nopalea*
312 Uruapan (V20) e Tamazunchale (V12), provavelmente pode ser devido a esses genótipos
313 pertencerem ao gênero *Nopalea* spp. as espécies de palma pertencentes a esse gênero são
314 caracterizadas por apresentarem-se mais exigentes a características edafoclimáticas quando
315 comparadas com espécies de palma do gênero *Opuntia* spp., como também apresentam
316 cladódios de menores dimensões porém em maiores quantidades. Avaliando esses resultados
317 de forma prática pode-se inferir que ao se cultivar genótipos de palma que produzam elevada
318 quantidade de cladódios poderá facilitar o aumento das áreas de plantio, ao se propagar a palma

319 via vegetativa, onde as plantações são clones das plantas que lhe deram origem (AMORIM et
320 al. 2015; GEBREEGZIABHER e TSEGAY, 2015).

321 Rocha, Voltolini e Gava (2017) ao estudarem a produtividade de três tipos de palma
322 (Orelha de Elefante Mexicana, Miúda e IPA 20) e verificaram que aos 12 meses após plantio a
323 Miúda apresentou maior número de cladódio por planta. Resultados semelhantes foram obtidos
324 por Silva et al. (2015) ao avaliarem as características morfológicas e produtivas de três tipos de
325 palma (Orelha de Elefante Mexicana, Miúda e IPA Sertânia).

326 As características de dimensão do cladódio (largura, comprimento e diâmetro)
327 apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) (Tabela 4). Para LC verificou-se variações de 7,6 a
328 23,9 cm, os genótipos com menor largura de cladódio foram Nopalea Uruapan (V20), Califórnia
329 (V14) e as maiores larguras de cladódio foram verificadas nos genótipos Orelha de Elefante
330 Mexicana (V17), Rosa S.L.P. (T75) e Oaxaca (F10). Para CC variou de 15,2 a 32,1 cm, os
331 genótipos com menor comprimento foram Califórnia (V14) e Vila Nuova (F22) os cladódios
332 mais longos foram Villa Nueva (V22) e Orelha de Elefante Mexicana (V17). O genótipo
333 Califórnia (V14) apresentou menor diâmetro de cladódio com valor médio de 37,2 cm e o
334 genótipo Orelha de Elefante Mexicana (V17) apresentou maior diâmetro de cladódio com valor
335 médio de 77,2 cm.

336 Os genótipos que apresentaram cladódios de maior dimensão apresentaram menores
337 altura e largura de planta, provavelmente em função da estrutura da planta, pois com cladódios
338 maiores a planta necessita investir acúmulos de nutrientes nos cladódios basais aumentando a
339 espessura para que suportem os demais subsequentes, por apresentar maior peso por cladódio
340 a planta desenvolve crescimento horizontal, devido a essa maior fortificação da base dos
341 cladódios primários sustentando o peso dos demais cladódios do que aumentar seus tecidos para
342 crescimento vertical, como foi verificado no genótipo Orelha de Elefante Mexicana (V17).

343 Genótipos de palma pertencentes ao gênero *Nopalea* spp. e *Opuntia* spp. apresentam
344 formas e dimensões variadas de plantas e cladódios, estudar como essas características se
345 relacionam pode facilitar o entendimento de como a planta responde sob diferentes condições
346 de ambiente e genética, plantas que apresentam cladódios com menores dimensões podem
347 distribuir seus cladódios investido no crescimento vertical moldando plantas com maior altura
348 e menor largura de planta, enquanto plantas com cladódios de maior dimensão podem investir
349 massa de forragem no crescimento lateral devido a seu arranjo estrutural (NEDER et al., 2013).

350 Barbosa et al. (2018) avaliando características morfológicas e produtivas de três
351 genótipos de palma (IPA Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana) verificaram que as
352 características do cladódio influenciarem na formação do dossel. A palma Orelha de Elefante
353 Mexicana apresentou maior diâmetro, largura e comprimento do cladódio e a palma Miúda
354 apresentou cladódios com menores diâmetro, largura e comprimento, porém dispostos em
355 plantas com maior altura e menor largura de planta.

356 Houve efeito ($P < 0,05$) para ALTP (Tabela 4), variando de 45 a 103,3 cm, os genótipos
357 com maior altura foram V03 e V22, já os genótipos com menor altura foram V13 e V26. Para
358 LP houve variação de 17,3 a 125,7 cm, os genótipos de palma com menor largura de planta
359 foram Rosa S.L.P. (T75) e Copena v1 (V04) e maior largura de planta Pabellon (T30) e Negro
360 Michoacan (F07).

361 As características de altura e largura de planta influenciam diretamente sob as
362 características produtivas como PMV e PMS, plantas que apresentam elevada altura de planta
363 podem ser cultivadas em espaçamentos mais intensivos, pois a medida que a planta cresce não
364 limita o crescimento de outras plantas e não dificulta a realização de tratos culturais enquanto
365 genótipos de palma que apresentam maiores larguras de planta é indicado serem cultivadas em
366 espaçamentos maiores, para facilitar tratos culturais e a colheita, pois nesses genótipos a
367 competição entre plantas é maior pela busca de água, luz e nutrientes (ARANTES et al., 2010).

368 A estrutura do dossel pode ser definida por várias características como tamanho, forma,
369 número de cladódios, o gênero, a espécie como também as variáveis ambientais podem definir
370 a estrutura da planta, pelo fato da cultura da planta possuir elevada plasticidade fenotípica em
371 função de sua resposta a forma de como é manejada e as condições impostas, a aferição dessas
372 características é de difícil exatidão, podendo uma mesma espécie apresentar diferentes formas
373 de estrutura da planta (LÜTTGE, 2010; PINHEIRO et al., 2014).

374 Houve efeito ($P < 0,05$) para MS (Tabela 5). Verificou-se que os genótipos Moradilha
375 (V03), Copena v1 (V04) e Amarilla Vach (T42) apresentaram menores teores de MS, com
376 valores médios de 72,6; 76,7 e 84,3 g kg⁻¹ em matéria natural, respectivamente, diferentemente
377 dos genótipos Polotitlan (V09), Vila Nuova (F22) e Oxaca (V10) que apresentaram maiores
378 teores de MS, com valor médios de 184,4; 179,70 e 173,1 g kg⁻¹ em matéria natural,
379 respectivamente.

380 Para se formular uma dieta para alimentação animal, deve-se determinar o teor de MS
381 dos ingredientes utilizados. Assim é necessário conhecer a quantidade de umidade que estão
382 presentes em cada genótipo de palma estudado, a cultura da palma é considerada uma forragem
383 suculenta por apresentar altos teores de umidade, significa dizer que os demais constituintes da
384 planta como no caso de proteínas, minerais e carboidratos estão mais diluídos (menor
385 concentração) quando comparado com outro alimento que possui menor teor de umidade.

386 Os genótipos estudados apresentaram uma ampla variação quanto ao teor de matéria seca,
387 isso pode ser devido as características individuais de cada genótipo, pois todos foram cultivados
388 e submetidos as mesmas condições locais.

389 No presente estudo houve uma tendência de que os genótipos que possuíram menores
390 teores de MS pertenciam ao gênero *Opuntia* spp. e os genótipos que apresentaram maior teor
391 de MS pertenciam ao gênero *Nopalea* spp. isso pode ser devido pelo fato que espécies de palma
392 do gênero *Nopalea* tendem a apresentar menor teor de umidade em sua constituição fazendo

393 com que seus constituintes sólidos apresentem-se mais concentrados do que ocorrem em outros
394 tipos de palma que apresentem maiores teores de umidade. A palma Miúda não possui
395 capacidade similar aos tipos de palmas *Opuntia* spp. em relação ao aproveitamento e acúmulo
396 de água e nutrientes, logo a palma Miúda apresenta-se mais exigente em fertilidade do solo e
397 precipitação pluviométrica (SANTOS et al., 2006a).

398 Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os relatados por Santos et
399 al. (2006a) avaliando genótipos pertencentes aos gêneros *Opuntia* spp. (Gigante, Redonda,
400 Copena v1, Copena F1 e IPA 20) e *Nopalea* spp. (Miúda) em diferentes localidades, os autores
401 verificaram que as variedades Redonda e Gigante apresentaram menores teores de MS de 8,8 a
402 9,3%, enquanto que a variedade Miúda se destacou perante as demais apresentando maior teor
403 de MS 11,7%.

404 Houve efeito ($P < 0,05$) para PMV e PMS (Tabela 5), os genótipos Rosa (T64) e Rosa Liso
405 (T63) apresentaram menores produções de ambas variáveis PMV e PMS, com valores de PMV
406 15,7 e PMS 1,8 t ha⁻¹ T64, o genótipo Rosa Liso (T63) apresentou PMV 14,7 e PMS 1,8 t ha⁻¹,
407 juntamente com os genótipos Rosa S.L.P. (T75), Oxaca (V10) e Polotitlan (V09) que foram os
408 menos produtivos para PMV. Os genótipos Rosa (T64), Rosa Liso (T63) e Copena v1 (V04)
409 foram os menos produtivos para PMS.

410 Três genótipos apresentaram maior PMV e PMS que foram Negro Michoacan (V07),
411 Tamazunchale (V12) e Califórnia (V14), apesar desses genótipos não apresentarem maiores
412 teores de MS, mas esse destaque em produção em relação aos demais genótipos foi devido ao
413 maior crescimento das plantas, refletindo em maior número de cladódios para Tamazunchale
414 (V12) e Califórnia (V14), já o genótipo Negro Michoacan (V07) apresentou cladódios em
415 menor número porém com maiores dimensões, largura e altura da planta, indicando que esses
416 três genótipos apresentaram elevadas taxas de crescimento, o que explica também o motivo
417 deles apresentarem maiores EUA, maior ACA e maior CAPS.

418 Os genótipos Califórnia (V14), Negro Michoacan (V07) e Tamazunchale (V12)
419 apresentaram maiores produções para PMV e PMS, Califórnia (V14) com valores médios de
420 PMV 174 e PMS 30,8 t ha⁻¹, Negro Michoacan (V07) com valores médios de PMV 219,7 e
421 PMS 22,5 t ha⁻¹ e Tamazunchale (V12) com valores médios de PMV 174 e PMS 21,1 t ha⁻¹. Os
422 genótipos Califórnia (V14), Negro Michoacan (V07), Orelha de Elefante Mexicana (V17),
423 Tamazunchale (V12) e Amarilla Vach (T42) foram os mais produtivos para PMV. Os genótipos
424 Califórnia (V14), Negro Michoacan (V07), Amarillo 2289 (T32) e Amarilla Vach (T42) foram
425 os mais produtivos para PMS.

426 A PMV é uma característica influenciada em culturas forrageiras que apresentam altos
427 teores de umidade em sua constituição, mas pelo fato da palma ser cultivada em ambientes
428 áridos e semiáridos, faz-se necessário obter maior aproveitamento dessa cultura logo que a
429 oferta *in natura* de palma aos animais pode atender em partes as exigências de água, como
430 também a PMV é uma característica de fácil identificação e aferição em cultivos de palma,
431 podendo nortear ao produtor a melhor maneira de utilizar sua área de palma (AMORIM, 2011).

432 A PMS é uma característica estudada e com destaque quando se pretende identificar ou
433 selecionar genótipos que apresentem elevada produção de massa seca, esta é uma das várias
434 características que mais se busca no melhoramento genético da palma, podendo influenciar
435 diretamente na maior eficiência do uso da terra e maior otimização de recursos ao se cultivar
436 genótipos de palma que apresentem elevada PMS (SILVA et al., 2010; SALES et al., 2013).

437 Para EUA e ACA houve efeito ($P < 0,05$), os genótipos Rosa Liso (T63) e Rosa (T64)
438 apresentaram os menores valores para ambas as variáveis, EUA 3 kg MS mm⁻¹ e ACA 13 t ha⁻¹
439 ¹. Os genótipos Rosa Liso (T63) e Rosa (T64) apresentaram menores valores para EUA. Já os
440 genótipos Califórnia (V14) e Copena V1 (F02) apresentaram maior eficiência no
441 aproveitamento da água da chuva em conversão para massa de forragem, com valores médios
442 de 52,6 e 43,3 kg MS mm⁻¹, respectivamente (Tabela 5).

443 Os genótipos mais produtivos foram também os que possuíram maior EUA e maior ACA,
444 isso foi devido a maior proporção de tecidos que esses genótipos apresentaram, conforme maior
445 massa de forragem da planta em massa seca, significa dizer que maior foi a eficiência que a
446 planta teve em utilizar a água e quanto maior a produção de massa verde, maior a capacidade
447 dos cladódios em armazenarem água, assim essas duas características EUA e ACA estão
448 interligadas e a forma de como são calculadas tendem a apresentar dependência uma da outra.

449 Essa ampla variação apresentada pelos 34 genótipos de palma avaliados, demonstra que
450 esses genótipos possuem diferenças entre si, logo que a sazonalidade pluviométrica verificada
451 com um acumulado durante o período de cultivo demonstrou-se de apenas 585,60 mm e apesar
452 disso alguns genótipos se sobressaíram perante os demais. Isso implica na ampla faixa de
453 adaptação que os genótipos estudados possuem, pois sob estresse hídrico a planta deve utilizar
454 de estratégias para evitar ao máximo a perda de água e uma saída é aumentar o acúmulo de
455 água nos cladódios devido a menores perdas por evapotranspiração, pois essa adaptação permite
456 a manutenção da planta por maior período de tempo (LÜTTGE, 2010).

457 Em relação a acúmulo de água (ACA), os genótipos Rosa Liso (T63), Rosa (T64) e
458 Polotitlan (V09) apresentaram menores acúmulos. Diferentemente dos genótipos Negro
459 Michoacan (V07), Califórnia (V14) e Orelha de Elefante Mexicana (V17) que apresentaram
460 maiores acúmulos, conforme exposto na Tabela 5.

461 A água é um recurso essencial, seja para seres animais ou vegetais, no caso de vegetais a
462 água é a principal responsável pela expansão celular, quando a planta passa por estresse hídrico
463 ocorre um menor crescimento de células e tecidos, como também menor incremento sob altura
464 e largura da planta, em condições de estresse hídrico a planta utiliza de estratégias de
465 sobrevivência e paralisa ou diminui drasticamente seu crescimento, pelo fato da palma ser
466 cultivada em ambientes áridos e semiáridos ao ofertar a palma *in natura* para alimentação
467 animal pode atender em partes as exigências de água pelo animal (COSTA et al., 2012a).

468 Houve efeito ($P < 0,05$) para CAPS (Tabela 5), os genótipos que apresentaram menor
469 CAPS foram Rosa Liso (T63) e Rosa (T64). As maiores capacidades de suporte foram para os
470 genótipos de palma Califórnia (V14), Copena V1 (F02), Negro Michoacan (V07), Amarillo
471 2289 (T32) e Tamazunchale (V12), com valores médios de 761, 628, 555, 549 e 521 ovino ha⁻¹
472 ¹, respectivamente.

473 Os genótipos de palma mais produtivos também apresentaram maior CAPS devido a
474 forma como foi calculada, levando em consideração o teor de MS e a PMS do genótipo. Os
475 genótipos Califórnia (V14), Copena v1 (F02) e Negro Michoacan (V07) apresentaram maiores
476 CAPS podendo alimentar, respectivamente, 761, 628 e 555 ovinos por ha⁻¹ por um período de
477 90 dias, tal resultado foi devido a esses genótipos apresentarem maiores PMS.

478 Tais resultados demonstram que a palma é um alimento essencial para ser utilizado na
479 alimentação animal em regiões áridas e semiáridas, em que alguns genótipos se sobressaíram
480 perante os demais apresentando elevados valores de CAPS devido a maior produção de massa
481 de forragem nas condições em que foram cultivados, apresentando elevada adaptabilidade ao
482 ambiente de cultivo e conseqüentemente proporcionando elevada produção animal por hectare
483 (MOKOBOKI e SEBOLA, 2017).

484 Conforme já verificado em outros estudos o potencial que a cultura da palma apresenta
485 fazendo parte da dieta animal é indiscutível, principalmente em regiões áridas e semiáridas,
486 apresenta-se como um alimento aceitável, rico em energia, minerais e vitaminas, como também
487 pode ser excelente fonte de água, podendo compor a dieta de caprinos, ovinos e bovinos
488 (COSTA et al., 2012b; MOKOBOKI e SEBOLA, 2017).

489 Dos 34 genótipos de palma avaliados sob a avaliação fitossanitária (ocorrência de pragas
490 e doenças) (Figura 3) através da identificação antes do corte, verificou-se que oito genótipos
491 não apresentaram ocorrência de praga ou doença. Os genótipos Nopalea Uruapan (V20), Manso
492 San Pedro (V21), Raio Vigor (T03) e Amarilla Vach (T42) apresentaram ocorrência de pragas

493 e doenças inferiores a 10% do total de plantas de cada unidade experimental. Já os genótipos
494 Verdura Morado (V26), Negro Michoacan (F07), Raio 3589 (T26) e Rosa Liso (T63)
495 apresentaram maior ocorrência de pragas e doenças, acima de 50% do total de plantas de cada
496 unidade experimental, a doença de menor ocorrência foi Podridão mole “*Erwinia carotovora*”
497 e as doenças de maior ocorrência foram Podridão escamosa “*Scytallidium lignicola*”, Mancha
498 de antracnose e Resina “*Dothiorella ribis* (Fuck) Sacc.”, a praga de única ocorrência foi a
499 Cochonilha de escama “*Diaspis echinocacti*” (Figura 3).

500 Verificou-se que os genótipos que não foram acometidos, os menos acometidos e os mais
501 acometidos por pragas e doenças não apresentaram-se os mais produtivos, implicando em dizer
502 que não adianta propagar um genótipo de palma apenas por ser resistente a pragas e doenças,
503 este é apenas um dos requisitos para se indicar seu cultivo. Assim os genótipos que
504 apresentaram as melhores características produtivas forma acometidos com baixa incidência
505 por Podridão escamosa e cochonilha de escama.

506 Lopes et al. (2010) avaliando a resistência a cochonilha do carmim em 22 genótipos de
507 palma pertencentes aos gêneros *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. verificaram que os genótipos
508 Miúda, Orelha de Elefante Africana, Orelha de Elefante Mexicana e Orelha de Onça
509 apresentaram-se resistentes a cochonilha do carmim, ainda não está esclarecido como funciona
510 a resistência desses genótipos a praga, mas acredita-se que pode ser pela presença de alguma
511 substância química presentes nessas palmas que inibam o desenvolvimento da praga.

512 Para evitar a ocorrência de doenças em um palmal deve-se selecionar cladódios saudáveis
513 e isentos de contaminações, através de um plantio adequado, corrigindo a fertilidade do solo e
514 com a realização de tratos culturais dificilmente a cultura da palma será acometida por doenças,
515 pois nessa cultura a maioria das doenças que ocorrem são de origem por fungos. Enquanto que
516 no caso de pragas, a mais prejudicial é a cochonilha do carmim, mas sua presença não foi
517 verificada em nenhum dos 34 genótipos de palma avaliados, porém quando os genótipos

518 apresentam resistência a cochonilha do carmim podem não ser resistentes a cochonilha de
519 escama, sua ocorrência por não ser tão intensa, consegue-se tolerar bem essa praga em cultivos
520 de palma bem nutridos e manejados (SANTOS et al., 2006b; VASCONCELOS et al., 2009).

521 De acordo com a Figura 4, verificou-se que a taxa de mortalidade variou de 0 a 85%, os
522 genótipos Pabellon (T30) e Raio Vigor (T03) não apresentaram mortalidade, diferentemente
523 dos genótipos Verdura Morado (V26), Texas (V13), Rosa (T64), Blanco San Pedro (V19) e
524 Huatusco (V30) que apresentaram taxa de mortalidade acima de 70%.

525 Conforme avaliação da taxa de mortalidade, verificou-se que sob mesmas condições dos
526 34 genótipos de palma avaliados, a taxa de mortalidade acima de 70% indica que provavelmente
527 esses genótipos não apresentaram adaptabilidade as condições as que foram expostos, pois além
528 de alta taxa de mortalidade também apresentaram baixo desempenho agrônômico,
529 diferentemente dos genótipos mais produtivos que apesar de terem apresentado uma taxa de
530 mortalidade em torno de 30% foram superiores agronomicamente em relação aos genótipos que
531 não apresentaram mortalidade.

532 Quando se pretende avaliar desempenho agrônômico de culturas vegetais as
533 características produtivas são importantes, porém avaliar a ocorrência de pragas ou doenças que
534 podem acometer essas culturas e a adaptabilidade da cultura sob o ambiente de cultivo é
535 essencial, podendo ser verificada ao se avaliar a taxa de mortalidade do estande implantado
536 (SANTOS et al., 2006b; SOUZA et al., 2010).

537 Silva et al. (2015) avaliando três clones de palma verificaram maior taxa de mortalidade
538 no clone Miúda e menor taxa de mortalidade no clone Orelha de Elefante Mexicana, os autores
539 atribuíram tais resultados pelo fato da palma Miúda apresentar-se mais exigente em condições
540 edafoclimáticas e de cultivo quando comparada a palmas pertencentes ao gênero *Opuntia* spp.
541 caso seja cultivada sem devidos cuidados a palma Miúda é passível de apresentar baixa
542 produção agrônômica seguida de alta taxa de mortalidade.

543 Devido as características particulares que a região semiárida do nordeste brasileiro possui,
544 uma das principais dificuldades dos produtores é a escassez de alimentos para alimentar os
545 rebanhos em períodos de estiagem, os pastos não se desenvolvem e a alternativa seria utilizar
546 uma fonte de alimento (forragem), seja na forma *in natura*, feno ou silagem. A palma apresenta
547 esse potencial de utilização e deve ser utilizada em períodos de estiagem. No presente estudo
548 dos 34 genótipos de palma avaliados, quatro genótipos se destacaram perante os demais,
549 podendo ser indicados para cultivo.

550

551 **Conclusões**

552 Os genótipos indicados para cultivo são Negro Michoacan (V07), Tamazunchale (V12),
553 Califórnia (V14), Orelha de Elefante Mexicana (V17) e Amarillo 2289 (T32) por terem
554 apresentado maiores produções de massa seca e verde, como também maiores acúmulo de água,
555 eficiência de uso da água e capacidade de suporte.

556

557 **Agradecimentos**

558 Os autores expressam gratidão pelo apoio do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEF),
559 como também pela contribuição da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
560 (EMEPA), do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e pela Coordenação de
561 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

562

563 **Referências**

564 AMORIM, P.L. **Caracterização morfológica e produtiva em variedades de palma**
565 **forrageira**. 2011. 54 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de
566 Alagoas, AL, Brasil, 2011. Disponível em:

567 <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1133/1/PHILIPPE%20LIMA%20DE%20AMORIM%20-%20DISSERTACAO.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

569 AMORIM, P.L.; MATUSCELLO, J.A.; ARAÚJO FILHO, M.J.T.; CUNHA, D.N.F.V.; JANK,
570 L. Morphological and productive characterization of forage cactus varieties. **Revista Caatinga**,
571 v. 28, n. 3, p. 230–238, 2015.

572 AOAC. **Association of official, chemists, official methods of analysis**. 15th Edition,
573 Washington DC, U.S.A. 1990.

574 ARANTES, A.M.; DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O. Relação entre características morfológicas
575 e componentes de produção em plátamos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p.
576 224–227, 2010.

577 BARBOSA, M.L.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S.M.S.; ARÚJO JUNIOR, G.N.;
578 JARDIM, A.M.R.F. The influence of cladode morphology on the canopy formation of forage
579 cactus plants. **Revista Ceres**, v. 64, n. 5, p. 465–475, 2018.

580 CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco – 2^a**
581 **aproximação**. 2^a ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco; 1998.

582 COSTA, F.S.; SUASSUNA, J.F.; MELO, A.S.; BRITO, M.E.B.; MESQUITA, E.F.
583 Crescimento, produtividade e eficiência no uso da água em bananeira irrigada no semiárido
584 paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 26–33, 2012a.

585 COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIROS, R.G.; MEDEIROS, A.N.; PINTO, T.F.;
586 OLIVEIRA, R.L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the
587 performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 1, p. 13–17, 2012b.

588 DUBEUX JÚNIOR, J.C.; SANTOS, M.V.F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D.C. Potencial
589 da palma forrageira na América do Sul. **Cactusnet Newsletter**, v. 13, p. 29–40, 2013.

590 FERREIRA, C.A.; FERREIRA, R.L.C.; SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; SILVA, A.J.A.;
591 LIRA, M.A.; MOLICA, S.G. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência
592 genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de**
593 **Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1560–1568, 2003.

594 GEBREEGZIABHER, Z.; TSEGAY, B.A. Efficacy of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*)
595 varieties as a source of food and feed in endamehoni district, Northern Ethiopia. **African**
596 **Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 15, n. 5, p. 10406–10427,
597 2015.

598 LOPES, E.B.; BRITO, C.H.; ALBUQUERQUE, I.C.; BATISTA, J.L. Seleção de genótipos de
599 palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes a cochonilha-do-carmim
600 (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 1,
601 p. 204-215, 2010.

602 LÜTTGE, U. Ability of crassulacean acid metabolism plants to overcome interacting stresses
603 in tropical environments. **AoB Plants**, v. 201, p. 1–15, 2010. doi:10.1093/aobpla/plq005

604 MOKOBOKI, K.; SEBOLA, N. Chemical composition and feed intake of *Opuntia* cladodes
605 varieties offered to goats. **Journal of Animal & Plant Science**, v. 32, n. 1, p. 5096–5103, 2017.

606 NEDER, D.G.; COSTA, F.R.; EDVAN, R.L.; SOUTO FILHO, L.T. Correlations and path
607 analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. **Crop Breeding and**
608 **Applied Biotechnology**, v. 13, p. 203–207, 2013.

609 OELOFSE, R.M.; LABUSCHAGNE, M.T.; POTGIETER, J.P. Plant and fruit characteristics
610 of cactus pear (*Opuntia* spp.) cultivars in South Africa. **Journal of the Science of Food and**
611 **Agriculture**, v. 86, p. 1921–1925, 2006.

612 PINHEIRO, K.M.; SILVA, T.G.F.; CARVALHO, H.F.S.; SANTOS, J.E.O.; MORAIS, J.E.F.;
613 ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. Correlações do índice de área do cladódio com características

614 morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p.
615 939–947, 2014.

616 ROCHA, R.S.; VOLTOLINI, T.V.; GAVA, C.A.T. Características produtivas e estruturais de
617 genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de**
618 **Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 363–371, 2017.

619 SALES, A.T.; LEITE, M.L.M.V.; ALVES, A.Q.; RAMOS, J.P.F.; NASCIMENTO, J.P.
620 Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimataú
621 Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 1, p. 19–24, 2013.

622 SANTOS, D.C. **Estimativa de parâmetros e caracteres de clones de palma forrageira**
623 **(*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)**:Universidade Federal Rural
624 de Pernambuco. 119 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal
625 Rural de Pernambuco, Recife, 1992.

626 SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; ARRUDA, G.P.; COELHO,
627 R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e**
628 ***Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA,
629 2006b. (IPA, Documentos, 30). Disponível em:
630 http://www.ipa.br/publicacoes_tecnicas/Pal01.pdf>. Acessado em: 17 dez. 2017.

631 SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; SILVA, F.G. Assessment of forage
632 cactus pear varieties for semi-arid conditions of Northeast, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 728,
633 p. 177–181, 2006a.

634 SAS, SAS® User's guide: Statistics, Version 9.1 Edition. **SAS Institute Inc.**, Cary NC, USA,
635 2010.

636 SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of
637 variance. **Biometrics**, v.30, n. 3, p.507–512, 1974.

638 SILVA, N.G.M.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELLO,
639 A.C.L.; SILVA, M.C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de
640 palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2389–2397, 2010.

641 SILVA, T.G.F.; PRIMO, J.T.A.; MORAIS, J.E.F.; DINIZ, W.J.S.; SOUZA, C.A.A.; SILVA,
642 M.C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com
643 variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10–18, 2015.

644 SOUZA, A.E.F.; NASCIMENTO, L.C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E.B.; SOUTO, F.M.
645 Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia*
646 *ficus-indica* Mill) no semiárido paraibano. **Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 11–20, 2010.

647 VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.L.B.; SANTOS, M.V.F.
648 WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim
649 (*Dactylopius* spp.). **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827–831, 2009.

650 WARD, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the**
651 **American Statistical Association**, v. 58, p. 236–244, 1963.

652

653

654

655

656

657

658

659

660 **Tabela 1.** Atributos químicos do solo pertencente a área experimental.

Amostra	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V%	CTC	M.O	SB
	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³		cmolc/dm ³							g/kg	

Média 6,2 86,76 200,82 0,08 1,57 0,00 0,83 0,49 58,4 3,49 9,88 1,91

661 P, K, Na: Extrator Mehlich 1; H + Al: Extrator Acetato Cálcio 0,5 M, pH 7,0; H + Al: Extrator Acetato Cálcio 0,5
 662 M, pH 7,0; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black; V%:saturação de base; SB:
 663 soma de bases.

664

665 **Tabela 2.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as características de crescimento e rendimento de
 666 34 genótipos de palma.

	PMV	PMS	EUA	ACA	NCP	CC	LC	DC	EC	ALTP
PMV										
PMS	0,925**									
EUA	0,925**	1,000**								
ACA	0,998**	0,906**	0,906**							
NCP	0,632**	0,664**	0,664**	0,621**						
CC	-0,072	-0,110	-0,110	-0,067	-0,518					
LC	-0,073	-0,137	-0,137	-0,064	-0,416	0,513**				
DC	-0,044	-0,094	-0,094	-0,037	-0,574	0,937**	0,598**			
EC	-0,175	-0,217	-0,216	-0,168	-0,166	0,185	-0,192	0,106		
ALTP	0,206	0,217	0,216	0,202	0,060	0,585**	0,139	0,486*	0,429*	
LP	0,648**	0,680**	0,680**	0,637**	0,613**	-0,048	-0,189	-0,039	-0,399	-0,204

667 PMV = produção de massa verde (t ha⁻¹); PMS = produção de massa seca (t ha⁻¹); EUA = eficiência de uso da água
 668 (kg MS mm⁻¹); ACA = acúmulo de água (t ha⁻¹); NCP = número de cladódio por planta (unidade); CC =
 669 comprimento de cladódio (cm); LC = largura de cladódio (cm); DC = diâmetro de cladódio (cm); EC = espessura
 670 de cladódio (cm); ALTP = altura de planta (cm); LP = largura de planta (cm); * = significância a 5%; ** =
 671 significância a 1%.

672

673 **Tabela 3.** Estatística descritiva das características de crescimento e rendimento de 34 genótipos de
 674 palma.

Grupos	PMV ¹	PMS ²	EUA ³	ACA ⁴	CAPS ⁵	NCP ⁶	ALTP ⁷	LP ⁸	
t ha ⁻¹		kg MS mm ⁻¹	t ha ⁻¹	ovino ha ⁻¹	Nº planta ⁻¹	cm	cm	
I	Média	185,1	23,2	39,5	161,9	572,8	58,7	83,3	104,1
	Máximo	223	30,8	52,6	197,1	761,3	59,3	86,3	114,7
	Mínimo	153,3	17,6	30,1	135,7	435,8	57,7	78,3	91,7
	⁹ CV (%)	20,8	29,4	29,4	19,6	29,4	1,5	5,2	11,2
	Média	182,2	21,6	36,9	160,6	534,5	20,2	85,2	102,9
II	Máximo	219,7	25,4	43,3	197,2	628,3	40,7	93,3	117,7
	Mínimo	153,5	16,4	30	131,2	405,2	11	81,7	88,7
	CV (%)	16	17,5	17,4	18,9	17,5	69	6,4	11,6
	Média	137	12,8	21,7	124,3	315,2	21,7	64,7	84,4
	Máximo	173,4	14,9	25,4	158,8	368,3	39	79	125,7
III	Mínimo	80,8	10,1	17,2	70,5	248,9	5,7	45	52,7
	CV (%)	26,6	18,5	18,5	27,8	18,5	64,3	19,8	34
	Média	95,7	9,9	17	85,7	245,8	9	93,8	72,3
	Máximo	128,8	13,4	22,8	119,5	330,1	14,7	111	114,7
	Mínimo	30,7	4,3	7,3	26,4	105,7	5	78,3	37
IV	CV (%)	33,5	29,7	29,7	34,8	29,7	40,4	10,6	35,5
	Média	32	4,7	8	27,2	116,5	7,1	71,8	54,9
	Máximo	58,7	9,2	15,6	49,5	226,6	19,3	87,3	88,7
	Mínimo	14,7	1,8	3	13	43,6	4,3	51	17,3
	CV (%)	40	47,7	47,7	39,4	47,7	55,4	13,7	40,5

675 ¹PMV = produção de massa verde (t ha⁻¹); ²PMS = produção de massa seca (t ha⁻¹); ³EUA = eficiência de uso da
676 água (kg MS mm⁻¹); ⁴ACA = acúmulo de água (t ha⁻¹); ⁵CAPS = capacidade de suporte (unidade); ⁶NCP = número
677 de cladódio por planta (unidade); ⁷ALTP = altura da planta (cm); ⁸LP = largura da planta (cm); ⁹CV = coeficiente
678 de variação (%).
679

680 **Tabela 4.** Valores médios de número de cladódio por planta (NCP), largura do cladódio (LC),
681 comprimento do cladódio (CC), diâmetro do cladódio (DC), espessura do cladódio (EC), altura da planta
682 (ALTP) e largura da planta (LP) de 34 genótipos de palma.

Gênero	Genótipo	NCP	LC (cm)	CC (cm)	DC (cm)	EC (cm)	ALTP (cm)	LP (cm)
Opuntia	V03	7c	15,7b	28,9a	69a	1,7a	103,3a	52b
Opuntia	V04	4c	11,9c	20,5c	50,8c	1,8a	67,3b	26,6b
Nopalea	V07	41b	13,8c	25,6b	55,6b	0,9a	83a	117,7a
Nopalea	V09	5c	12,8c	24,7b	58,2b	0,9a	63,7b	43,3b
Opuntia	V10	5c	15,5b	26b	61,8b	0,9a	61,7b	51,3b
Nopalea	V12	58a	10,2c	20,2c	47,8c	1,2a	85,3a	91,6a
Nopalea	V13	10c	9,3c	19,2d	47,7c	0,9a	45b	62,3b
Nopalea	V14	59a	9,1c	15,2d	37,2d	1,1a	78,3a	114,7a
Opuntia	V17	17c	23,9a	29,2a	77,2a	0,8a	83a	104,7a
Nopalea	V19	24c	11,3c	21c	48,1c	0,9a	66,3b	94a
Nopalea	V20	59a	7,6c	18,1d	40,4d	1,5a	86,3a	106a
Opuntia	V21	15c	14,5b	27,4a	66,3a	1,3a	91,3a	91,6a
Opuntia	V22	9c	17,9b	32,1a	77a	1,3a	95,3a	57b
Opuntia	V23	7c	17,5b	26,1b	67,2a	1,1a	87a	93,6a
Opuntia	V26	4c	15,8b	21,2c	54c	1,7a	51b	28b
Opuntia	V30	6c	14,7b	26,5b	61,2b	1,6a	78,3a	70,6b
Opuntia	F02	11c	15,9b	25b	61,7b	0,8a	81,7a	88,9a
Nopalea	F07	39b	12,4c	21,5c	50,4c	0,7a	72b	125,7a
Opuntia	F10	14c	19,7a	25,7b	68,9a	1a	71b	100a
Opuntia	F22	19c	9,8c	17d	40,8b	1,1a	57,7b	102,7a
Nopalea	FD	14c	12,2c	23,4c	55,6b	1,1a	93,3a	94a
Opuntia	FDIR	30b	9,8c	22,2c	43,2d	0,9a	61,3b	87,3a
Opuntia	T03	14c	12,6c	24,6b	57,5b	1,3a	89,7a	114,7a
Opuntia	T12	8c	16,2b	29,1a	68,6a	1,8a	94,3a	62b
Opuntia	T26	7c	13,5c	27,4a	63,8b	1,2a	81a	50,7b
Opuntia	T30	6c	13,4c	22,3c	54,7c	1a	70,7b	46,3b
Opuntia	T32	12c	15,7b	29,6a	68a	0,9a	93,3a	100,7a
Opuntia	T42	6c	14,9b	24,3b	60,1b	1,9a	79a	52,6b
Opuntia	T57	10c	13,7c	23,7c	57,4b	1,3a	77,7a	88,6a
Opuntia	T63	4c	11,2c	21,3c	50,4c	1,1a	72,3b	52b
Opuntia	T64	7c	13,6c	23,2c	56,5b	1,2a	73b	64,6b
Opuntia	T73	8c	11,9c	24,4b	57,3b	1,2a	87,3a	85a
Opuntia	T75	19c	21,5a	18,7d	37,9d	1a	73b	17,3b
Opuntia	T79	5c	15,9b	23,3c	60b	1a	63b	74,6a
	Média	17	13,8	23,8	56,8	1,8	78	76,8
	EPM ¹	0,457	0,117	0,116	0,305	0,010	0,422	0,901

683 Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância;

684 ¹EPM = erro padrão da média.

685

686

687

688

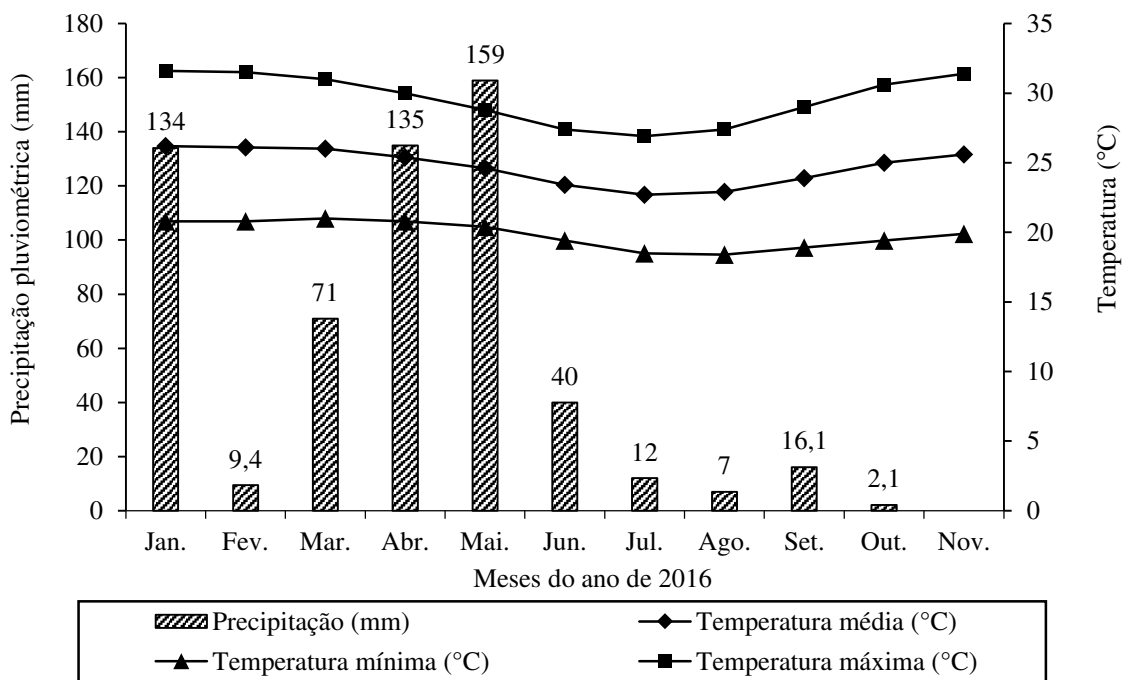
689 **Tabela 5.** Valores médios de teor de matéria seca (MS), produção de massa verde (PMV) produção de
 690 massa seca (PMS), eficiência de uso da água (EUA), acúmulo de água (ACA) e capacidade de suporte
 691 (CAPS) de 34 genótipos de palma.

Gênero	Genótipo	MS (g kg ⁻¹)	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)	EUA (kg MS mm ⁻¹)	ACA (t ha ⁻¹)	CAPS (ovino hah ⁻¹)
Opuntia	V03	72,6c	128,8a	9,3c	15,9c	119,5a	231c
Opuntia	V04	97,7c	36,3b	3,5c	6c	32,8b	88c
Nopalea	V07	102,4b	219,6a	22,5a	38,3a	197,2a	555a
Nopalea	V09	184,4a	21,4b	3,9c	6,7c	17,5b	98c
Opuntia	V10	173,1a	22,1b	3,8c	6,5c	18,3b	95c
Nopalea	V12	121,3b	174,1a	21,1a	36a	153a	521a
Nopalea	V13	90,4c	165,1a	14,9b	25,4b	150,2a	368b
Nopalea	V14	135,3b	227,9a	30,8a	52,6a	197,1a	761a
Opuntia	V17	86,4c	189,8a	16,4b	28b	173,4a	405b
Nopalea	V19	76,7c	131,4a	10,1c	17,2c	121,3a	249c
Nopalea	V20	115,1b	153,3a	17,6b	30,1b	135,7a	436b
Opuntia	V21	101,9b	126,4a	12,9b	22b	113,6a	318b
Opuntia	V22	124,5b	107,4a	13,4b	22,8b	94a	330b
Opuntia	V23	103,1b	83,2b	8,5c	14,6c	74,7b	212c
Opuntia	V26	146,4b	45,7b	6,7c	11,4c	39b	165c
Opuntia	V30	126,2b	75,6b	9,5c	16,3c	66b	235c
Opuntia	F02	153,3a	166a	25,4b	43,3a	140,5a	628a
Nopalea	F07	103,1b	134,4a	13,9b	23,6b	120,6a	342b
Opuntia	F10	157,4a	46,2b	7,3c	12,4c	38,9b	179c
Opuntia	F22	179,7a	31,7b	5,7c	9,7c	26b	141c
Nopalea	FD	139,7b	80,8b	10,3c	17,6c	70,5b	255c
Opuntia	FDIR	127,9b	30,6b	4,3c	7,3c	26,4b	106c
Opuntia	T03	116,6b	105,8a	12,3b	21b	93,5a	305b
Opuntia	T12	86,4c	107,4a	9,3c	15,8c	98,1a	229c
Opuntia	T26	154,7a	33,4b	5,2c	8,8c	28,2b	128c
Opuntia	T30	104,1b	27,8b	2,9c	4,9c	24,9b	72c
Opuntia	T32	144,9b	153,4a	22,2a	37,9a	131,2a	549a
Opuntia	T42	84,3c	173,4a	14,6b	24,9b	158,8a	361b
Opuntia	T57	156,4a	58,6b	9,2c	15,6c	49,5b	227c
Opuntia	T63	119,8b	14,7b	1,8c	3c	13b	44c
Opuntia	T64	116,9b	15,7b	1,8c	3,1c	13,8b	45c
Opuntia	T73	170,4a	43,3b	7,4c	12,6c	35,9b	182c
Opuntia	T75	109,6b	24,7b	2,7c	4,6c	22b	67c
Opuntia	T79	162,3a	25,6b	4,2c	7,1c	21,5b	103c
Média		124,8	97,7	9,6	16,4	74,1	237,6
EPM ¹		0,080	1,946	0,218	0,371	1,743	5,388

692 Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância;

693 ¹EPM = erro padrão da média.

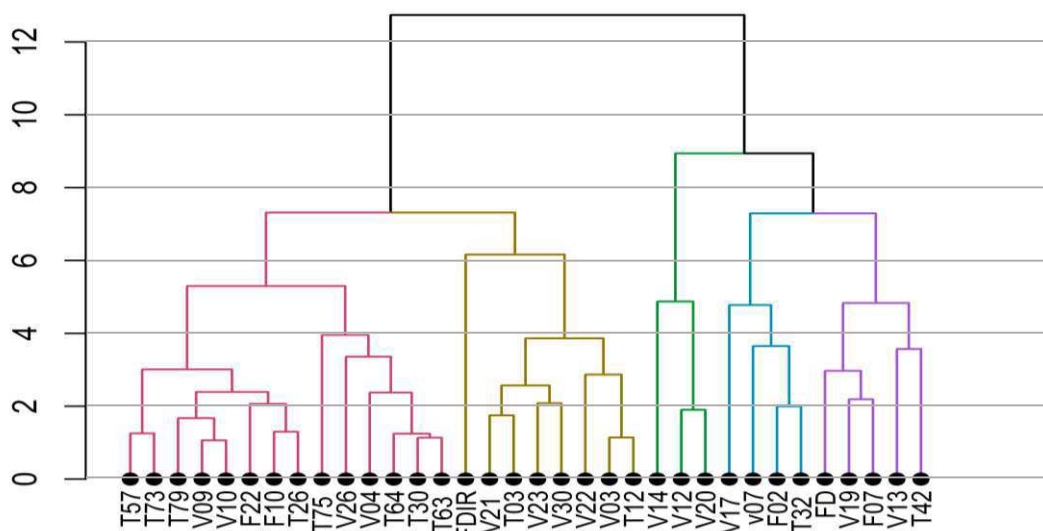
694



695

696 **Figura 1.** Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação pluviométrica mensal, durante o
 697 período experimental.

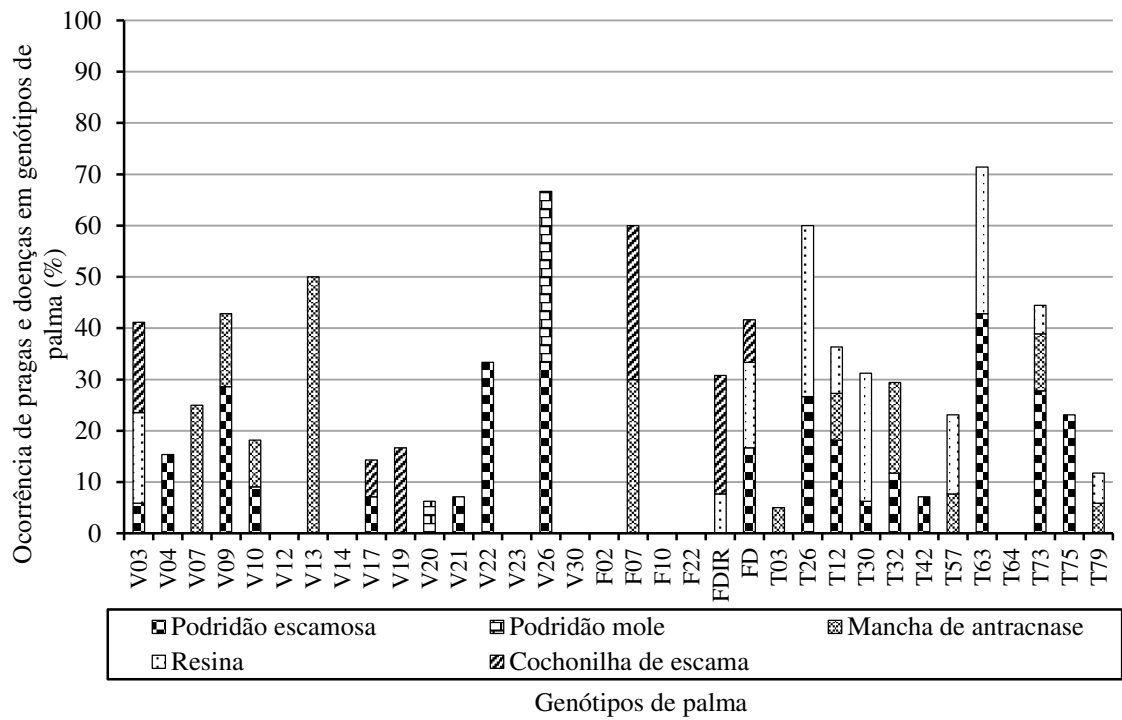
698



699

700 **Figura 2.** Dendrograma de dissimilaridade das características de crescimento e rendimento de 34
 701 genótipos de palma.

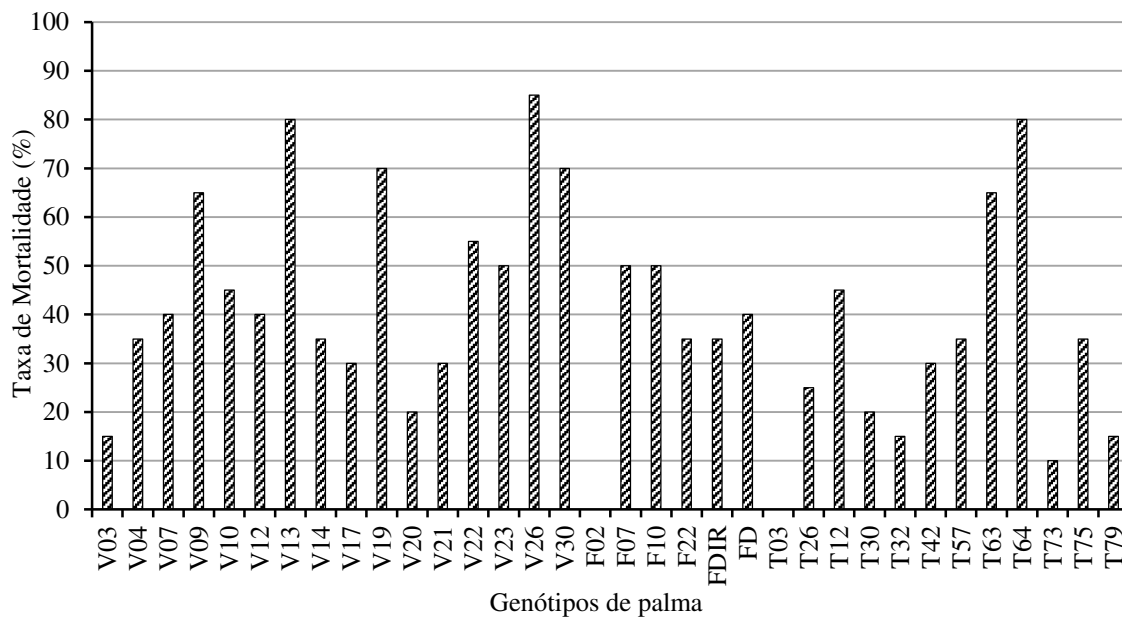
702



703

704 **Figura 3.** Ocorrência de pragas e doenças em genótipos de palma.

705



706

707 **Figura 4.** Taxa de mortalidade em 34 genótipos de palma.

708

709

710

3° Capítulo

Silagem na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel

Manuscrito traduzido para a língua inglesa e submetido à Revista African

Journal of Range & Forage Science

1 **Silagem na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel**

2
3 Alberto Jefferson da Silva Macêdo^{1*}, Edson Mauro Santos², Gherman Garcia Leal de Araújo³,
4 Ricardo Loiola Edvan⁴, Juliana Silva de Oliveira², Alexandre Fernandes Perazzo⁵, Wilma Cristina
5 Cavalcante dos Santos Sá², Danillo Marte Pereira²

6
7 ¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, Brasil

8 ² Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil

9 ³ Doutor em Zootecnia, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil

10 ⁴ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

11 ⁵ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

12 * Autor correspondente, email: macedoajs@gmail.com

33 **Resumo:** Este estudo foi conduzido para avaliar o padrão de fermentação e a degradabilidade *in*
34 *situ* da matéria seca de silagens sob a forma de ração. Cinco rações foram formuladas com base em
35 palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* cv. Gigante) e capim-buffel. O delineamento experimental
36 foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições em que as rações diferiram na
37 proporção de capim-buffel (0, 15, 25, 30 e 35%, com base na matéria natural). Observou-se efeito
38 para a composição química das rações, todos os teores de matéria seca (MS) estavam dentro da
39 faixa ideal para uma adequada fermentação. Não houve efeito para concentração de nitrogênio
40 amoniacal. Houve efeito para recuperação da matéria seca (RMS), que variou de 96,3 a 99,9%. Os
41 valores de pH diminuíram à medida que o tempo de abertura (dias) foi prolongado. Os teores de
42 ácidos orgânicos diferiram em todas as rações. No entanto, em geral, todas as rações apresentaram
43 conteúdo de ácido láctico satisfatório. À medida que aumentou a proporção de capim-buffel nas
44 rações, a degradação da MS diminuiu. Com base no perfil de fermentação, perdas e composição
45 química, a ração com maior proporção de palma forrageira pode ser recomendada para produção de
46 silagem.

47

48 **Palavras-chave:** cactácea, conservação de forragem, ensilagem, semiárido

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66 **Introdução**

67

68 A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* cv. Gigante) é uma planta exótica adaptada às zonas
69 áridas e semi-áridas. É uma forragem com alto potencial de produção de matéria seca, variando de
70 10 a 20 t ha⁻¹ em condições de sequeiro podendo produzir até 76 t ha⁻¹ de produção de matéria seca
71 em cultivos mais intensivos e irrigadas aos 360 dias após plantio (Sales et al. 2013, Lima et al. 2016,
72 Ramos et al. 2017, Rocha et al. 2017).

73 A palma forrageira é um alimento energético, rico em carboidratos não-fibrosos (523 a 555 g kg⁻¹
74 de matéria seca), água e baixos níveis de fibra insolúvel em detergente neutro (232 a 277 g kg⁻¹
75 de matéria seca) o que a torna de grande potencial para uso na alimentação de ruminantes (Lima et
76 al. 2016; Rodrigues et al. 2016; Siqueira et al. 2017). Entretanto, seu uso exclusivo não é
77 recomendado, pois seus baixos teores de fibras e proteínas (44,5 a 56,8 g kg⁻¹ de matéria seca) e
78 alta umidade (Rodrigues et al. 2016).

79 Neste sentido, o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), espécie de gramínea também adaptada a
80 climas áridos e semiáridos, e que possui características peculiares que o diferencia de outras
81 gramíneas, como rápido crescimento vegetativo e ciclo fenológico precoce, poderá ser misturado a
82 palma corrigindo esta deficiência na fibra e proteína.

83 O capim-buffel apresenta alto potencial produtivo em regiões áridas e semiáridas e pode ser
84 utilizado na forma de pastagem, feno ou silagem, o seu potencial produtivo varia de acordo com as
85 condições de cultivo e pode atingir a produção de matéria seca até 20 t ha⁻¹ por ano (Freitas et al.
86 2013; Vasconcelos et al. 2013). Pinho et al. (2013), avaliando as características fermentativas da
87 silagem de capim-buffel em função de diferentes alturas de corte, verificaram a produção de matéria
88 seca variando de 2,26 a 7,20 t ha⁻¹, nas alturas de corte de 30 e 60 cm, respectivamente.

89 Em um estudo de Pinho et al. (2013), a composição química do capim-buffel varia de acordo
90 com a idade de rebrota e características ambientais, com um teor médio de matéria seca variando
91 de 194,2 a 224,1 g kg⁻¹ em relação à matéria natural, fibra insolúvel em detergente neutro variando
92 de 642,3 a 655,1 g kg⁻¹ com base em matéria e carboidratos não fibrosos que variam de 37,6 a 45,6
93 g kg⁻¹.

94 Dependendo da sua idade de rebrota, pode haver mudanças repentinas em sua composição
95 química, por esta razão, sempre que possível, deve ser usado durante períodos chuvosos, quando o
96 capim está em seu ponto ideal de crescimento vegetativo, composição química e valor nutricional
97 (Voltolini et al., 2014).

98 Quando ensilados, diferentes ingredientes associados a palma forrageira (uma planta de alto teor
99 de umidade) com alimentos concentrados de alta proteína e energia permite-se ajustar o teor de
100 matéria seca, por exemplo, possibilitando a formulação de rações na forma de silagem.

101 Existem muitas plantas forrageiras com alto teor de umidade que podem ser utilizadas para se
102 confeccionar silagem na forma de ração completa. Araba et al. (2013) utilizando resíduos advindo
103 do fruto da palma e de cladódios da palma na alimentação de ruminantes, observaram que tanto o
104 resíduo do fruto como também os cladódios são ricos em água e carboidratos não fibrosos (CNF),
105 possuem baixo teor de MS e de PB, associaram esses alimentos na forma de ração completa na
106 forma de silagem. De acordo com os resultados obtidos o uso de resíduos do fruto da palma e do
107 cladódio associado com outros ingredientes alimentares na dieta de ovinos proporcionou resultados
108 satisfatórios sendo tecnicamente aplicável e financeiramente viável.

109 O uso de silagens à base de palma misturada com concentrados, pode ser uma alternativa
110 interessante para a alimentação de ruminantes que permita uma melhor utilização dos recursos
111 alimentares disponíveis nas zonas áridas e semiáridas. Além disso, otimizar o uso do campo de
112 palma através da intensificação da produção de forragem, pode gerar uma fonte de renda extra para
113 o produtor, que também poderá vender a silagem excedente. A mistura homogênea de silagem sob
114 a forma de ração também permite uma redução na seleção de ingredientes pelos animais,
115 promovendo melhorias no desempenho animal e redução nos custos quando comparada a ração
116 convencional, dado o consumo mais eficiente (Abidi et al., 2013).

117 O presente estudo foi realizado objetivando-se avaliar o padrão de fermentação, as populações
118 microbianas, a composição química e a degradabilidade *in situ* da matéria seca da silagem à base
119 de palma forrageira e capim-buffel na forma de ração.

120

121 **Material e Métodos**

122

123 O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Animal da Universidade Federal da Paraíba
124 respeitando os princípios do bem-estar animal, no qual o uso dos animais, está registrado sob
125 número de protocolo 0109/2014.

126 O estudo foi conduzido de fevereiro de 2015 a junho de 2016. A espécie de palma utilizado no
127 experimento foi a *Opuntia ficus-indica* cv. Gigante e o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) cv. Biloela
128 foi coletado no Campo Experimental de Caatinga na Unidade de Metabolismo Animal da Embrapa
129 Semiárido, localizado em Petrolina-PE, Brasil.

130 Os tratamentos foram representados por cinco diferentes rações em que variaram os níveis de
 131 inclusão de capim-buffel (CB) de 0; 15; 25; 30 e 35% com base na matéria natural (MN). As rações
 132 foram formuladas para atender aos requisitos nutricionais de cordeiros para um ganho de peso diário
 133 de 200 g (NRC, 2007), incluindo os seguintes ingredientes: palma forrageira, capim-buffel, farelo
 134 de trigo, farelo de soja e farelo de milho (Tabela 1).

135 A palma forrageira foi colhida aos 24 meses após rebrota e o capim-buffel [*Cenchrus ciliaris*
 136 (L.)] foi cortado aos 40 dias após rebrota no final do período chuvoso. Amostras compostas da
 137 palma, do capim e de outros ingredientes foram coletadas antes da ensilagem, para análise química.
 138 Após picagem em forrageira estacionária “Ensiladeira EN-9 F3B”, (Nogueira®, fabricada em
 139 Itapira, São Paulo, Brasil) o material foi ensilado em suas devidas proporções. A composição
 140 química dos ingredientes e das rações à base de palma forrageira e capim-buffel antes da ensilagem
 141 podem ser observados na Tabela 1.

142

143 **Tabela 1:** Proporção dos ingredientes e composição química das rações (g kg⁻¹ MS^a)

Ingredientes (g kg ⁻¹ MS ^a)	Tratamentos ^b				
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB
Palma forrageira	624	554	518	496	466
Capim-buffel	-	150	250	302	358
Farelo de trigo	139	83	38	18	-
Farelo de soja	71	63	58	55	52
Farelo de milho	166	150	136	129	124
Composição química das rações (g kg ⁻¹ MS)					
Matéria seca	382	352	323	312	304
Proteína bruta	180	167	155	149	142
FDN ^c	284	320	342	362	387
Carboidratos solúveis	99	99	99	97	96

144 Fonte: Elaborada pelos autores; ^a MS = Matéria seca; ^b 0%CB = 0% de capim-buffel na dieta com base na matéria
 145 natural; 15%CB = 15% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na dieta
 146 com base na matéria natural; 30% CB = 30% de capim-buffel na dieta com base na matéria natural; 35% CB = 35% de
 147 capim-buffel na dieta com base na matéria natural; ^c FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; - = sem valor.

148

149 Foram confeccionados setenta e cinco silos experimentais (15 cm de diâmetro × 40 cm de altura)
 150 feitos de cloreto de polivinilo (PVC) e selados hermeticamente. A cada período de abertura 15 silos
 151 foram abertos aos 1, 3, 7, 15 e 45 dias após a ensilagem, o pH foi medido e quantificadas as
 152 populações microbianas [bactérias lácticas (BAL) enterobactérias (ENT) e os mofos / leveduras

153 (ML)]. No último período de abertura, 45 dias após a ensilagem, avaliou-se as seguintes variáveis:
154 pH, ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico, teor de N-NH₃, contagem de
155 população microbiana, carboidratos solúveis, degradação *in situ* da MS e recuperação de matéria
156 seca (RMS).

157 Para o ensaio de degradabilidade *in situ* da MS, as amostras de silagem na forma de ração à base
158 de palma forrageira e capim-buffel foram acondicionadas em sacos de fibra sintética do tipo tecido
159 não tecido (TNT) de 9,0 × 6,5 cm (100 mm de gramatura) na quantidade de aproximadamente 1,3
160 g de MS/saco para mantenha uma proporção próxima de 20 mg de MS/cm² de área de superfície do
161 saco (Nocek, 1988). Para a realização do ensaio de degradabilidade, foram utilizados três bovinos
162 Girolando machos castrados com média de 600 kg de peso vivo canulados no rúmen. Os períodos
163 de incubação foram 3, 6, 12, 24, 48, 96 e 144 horas, sendo 15 dias de adaptação e sete dias de coleta.

164 As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Forragicultura da Universidade
165 Federal da Paraíba. Uma amostra de 25 g de silagem em duplicata foi coletada para determinação
166 do pH, conforme metodologia preconizada por Bolsen et al. (1992). Antes da abertura, os silos
167 foram pesados para determinar a recuperação de MS da silagem na forma de ração, de acordo com
168 as equações propostas por Zanine et al. (2006). Para a análise de ácidos orgânicos [ácido láctico
169 (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) a análise foi realizada em
170 um Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU (Fabricado em
171 Dallas, Texas, Estados Unidos da América), modelo SPD-10^a VP acoplado ao Detector Ultra
172 Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas: 210 nm; Coluna: C18 (Fase Reversa);
173 Marca: SUPELCO; Medida: 30 cm × 4,5 mm de diâmetro; Fluxo na Coluna de 0,6 ml/minuto;
174 Pressão na Coluna: 87 Kgf; Fase Móvel: Água em 1% de Ácido Sulfúrico e Volume Injetado: 10
175 ul, retirou-se 10 g de amostras que foram diluídas em 90 mL de água destilada e filtradas através de
176 papel de filtro Whatman (Kung Júnior e Ranjit, 2001). Para determinar o teor de N-NH₃ das
177 amostras, adotou-se a metodologia de Bolsen et al. (1992).

178 A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González e
179 Rodrigues (2003), coletando 25 g de amostra fresca de silagens extraídas de acordo com o período
180 de abertura predefinido. Duzentos e vinte e cinco mililitros (225 mL) de água destilada foram
181 adicionados e processados em um liquidificador durante aproximadamente um minuto. Um mililitro
182 da mistura foi removido e depois pipetado na diluição apropriada (10⁻¹ a 10⁻⁹). As diluições foram
183 realizadas em duplicata para cada meio de crescimento. As populações microbianas foram
184 quantificadas usando o meio de crescimento seletivo para cada grupo microbiano listado, como
185 segue: Agar Rogosa (Difco TM), para enumeração das BAL; Brilliant Green Agar (Difco TM), para

186 enumeração de ENT e Batata Dextrose Agar para contagem de ML após incubação por 3-7 dias à
187 temperatura ambiente.

188 As amostras de palma forrageira, capim-buffel, farelo de trigo, farelo de soja e farelo de milho
189 utilizados na formulação das rações experimentais foram secas em estufa de ventilação forçada a
190 55°C por 72 horas, moídas em um moinho tipo Wiley (moinho Wiley, Arthur H. Thomas, PA, EUA)
191 com uma tela de 1 mm e armazenados em recipientes de plástico para determinação de matéria seca
192 (MS) {AOAC (1990); método 934.01}. A proteína bruta (PB) foi calculada determinando o teor de
193 nitrogênio total usando a técnica micro-Kjeldhal {AOAC (1990); método 920.87} e usando um
194 fator de conversão fixo (6,25). A concentração de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foi
195 determinada pela metodologia descrita por {AOAC (1990); método 973.18}, com α -amilase. A
196 concentração de carboidratos solúveis (CS), foi obtida pelo método do ácido sulfúrico concentrado,
197 conforme descrito por Dubois et al. (1956).

198 Para os grupos microbianos BAL, ML e ENT, os dados foram analisados de forma descritiva,
199 em unidades logarítmicas e expostos como gráficos. Para as demais variáveis analisadas como a
200 composição química, ácidos orgânicos, N-NH₃ e degradação de MS *in situ*, devido à
201 homogeneidade das condições experimentais, os dados foram submetidos a análise de variância e
202 analisados em delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

203 Os resultados foram submetidos a uma análise de variância para avaliar os efeitos das dietas nas
204 variáveis avaliadas. Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos usando 0,05 como o
205 nível de probabilidade crítico para um erro de tipo I.

206 Para avaliar o pH em função do período de fermentação, os dados foram ajustados para o seguinte
207 modelo não linear proposto por Hristov e Mcallister (2002): $Y_t = A + B \times e^{-ct}$.

208 Para a contagem microbiana, foi utilizado um esquema de medidas repetidas no tempo para
209 repetir os períodos de fermentação (1, 3, 7, 15 e 45 dias após a ensilagem) dentro de cada unidade
210 experimental (silo). O modelo incluiu os efeitos fixos das rações MAS, do tempo (T) e da interação
211 de R \times T, usando o programa SAS {(versão 9.1) (2010)}, considerando o seguinte modelo
212 estatístico:

213

214 $Y_{ijk} = \mu + R_i + T_j + R \times T_k + \sum_{ijk}$, where $Y_{ijk} =$

215 variável dependente, μ = média global, R_i = efeito fixo das rações i , T_j = efeito fixo da décima hora,
216 $R \times T_k$ = interação entre rações e tempo e \sum_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

217 O perfil de fermentação, o teor de N-NH₃, a recuperação de matéria seca e a composição química
218 de silagens na forma de ração avaliadas apenas aos 45 dias também foram comparados entre as

219 rações usando as diferenças entre os meios mínimos de quadrados estimados. As diferenças entre
 220 os mínimos quadrados estimados foram avaliadas utilizando a opção Diferença Previa (DIP) do
 221 PROC MIXED do programa estatístico SAS {(versão 9.1) (2010)}, considerando o seguinte modelo
 222 estatístico:

223

$$224 Y_{ijk} = \mu + R_i + \sum_l, \text{ where } Y_{ijk} =$$

225 variável dependente, μ = média global, R_i = efeito fixo das rações i , e \sum_l = erro aleatório associado
 226 a cada observação.

227 As taxas de degradação de MS nos tempos 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 horas de incubação
 228 ruminal foram calculadas no programa Statistical Analysis System (SAS) {(versão 9.1) (2010)}, de
 229 acordo com Ørskov e McDonald (1979): $D_t = A + B \times (1 - e^{-ct})$, onde: D_t = fração degradada no
 230 tempo t (%); A = fração solúvel (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); c = taxa
 231 de degradação da fração B (h^{-1}); e t = tempo (h). Os coeficientes não-lineares A , B e c foram
 232 estimados por procedimentos iterativos de Gauss-Newton.

233

234 Resultados

235

236 Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) para a composição química das rações (Tabela 2). Para
 237 os valores de matéria seca houve diferença ($p < 0,05$) entre as rações. Quanto a PB, maiores
 238 concentrações foram encontrados na ração com 0% capim buffel, com 181,8 ($\pm 0,190$) g kg^{-1} MS.

239

240 **Tabela 2:** Composição química e recuperação de matéria seca de silagens na forma de ração a base de palma
 241 forrageira e capim-buffel, expressos em g kg^{-1} MS^a

Variáveis	Tratamentos					EPM ^f	P-valor
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB		
Matéria seca	368,2 ^a	348,5 ^b	340,2 ^d	346,2 ^c	332,1 ^e	0,001	<0,0001
Proteína bruta	181,8 ^a	147,5 ^b	145,8 ^b	141,4 ^b	122,9 ^c	0,190	<0,0001
FDN ^b	283,7 ^d	310 ^c	341,8 ^b	361,8 ^b	386,6 ^a	0,850	<0,0001
C. solúveis ^c	118,5 ^a	101,8 ^{ab}	83,8 ^b	76,9 ^b	84,7 ^b	0,640	<0,0001
N-NH ₃ (%NT) ^d	1,2 ^a	1,6 ^a	1,9 ^a	1,1 ^a	1,5 ^a	0,530	0,6567
RMS (%) ^e	99,9 ^a	98,9 ^a	98,4 ^b	98 ^b	96,3 ^c	0,020	0,0005

242 Fonte: Elaborada pelos autores; Médias seguidas por diferentes letras na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey
 243 $p \leq 0,05$; ^a g kg^{-1} MS = Ingredientes expressos em gramas por quilograma de matéria seca; ^b FDN = fibra insolúvel em
 244 detergente neutro; ^c C. solúveis = carboidratos solúveis; ^d N-NH₃ (%NT) = Nitrogênio amoniacal em relação à
 245 porcentagem de nitrogênio total; ^e RMS (%) = Recuperação de matéria seca; ^f EPM = erro padrão da média

246

247 Houve efeito ($p < 0,05$) para fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), conforme se aumentava
248 a inclusão de capim-buffel nas rações o teor de FDN também aumentou, foi de 83,7 ($\pm 0,850$) g kg⁻¹
249 ¹ MS 0% capim buffel a 386,6 g kg⁻¹ MS 35% capim buffel.

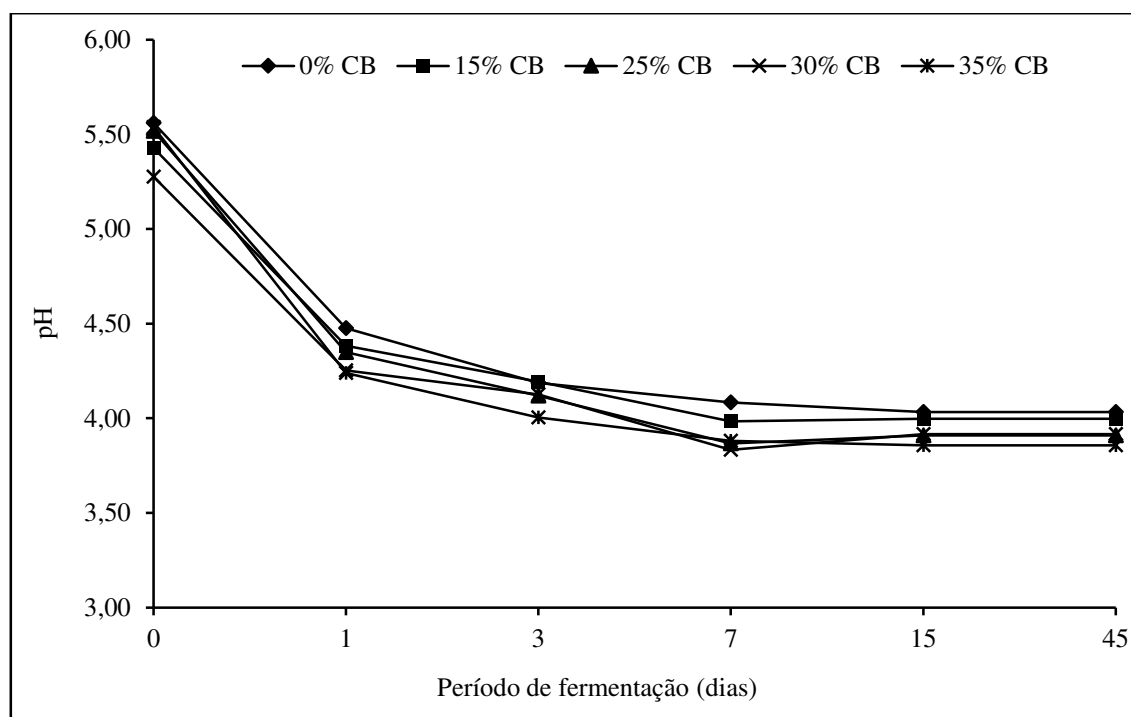
250 Os teores de carboidratos solúveis (CS) variaram ($p < 0,05$) com os níveis de inclusão de palma
251 nas rações: 76,9 ($\pm 0,640$) g kg⁻¹ MS 30% capim buffel a 118,5 g kg⁻¹ MS 0% capim buffel. A ração
252 com 30% capim buffel teve menor concentração de CS quando comparado com as outras dietas
253 (Tabela 2).

254 Não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre as rações para o teor de N-NH₃, com valor médio
255 de 1,5% ($\pm 0,530$) do nitrogênio total.

256 Houve efeito ($p < 0,05$) para a recuperação de matéria seca (RMS), cujos valores foram de 96,3
257 ($\pm 0,020$) na ração com 0% capim-buffel a 99,9% na ração com 15% capim buffel.

258 Os valores de pH diminuíram ($p < 0,05$) rapidamente no primeiro dia após ensilagem, depois
259 diminuiu em menor intensidade, estabilizando em torno de 4,0 por volta dos sete dias após a
260 ensilagem. Na ensilagem, os valores de pH variaram de 5,3 a 5,6; quinze dias após a ensilagem, o
261 pH variou de 3,9 a 4; e na última abertura, 45 dias após a ensilagem, observaram-se valores de pH
262 de 3,8 a 4 (Figura 1).

263



264

265 $^1Y = 4,068840 + 1,560961 e^{-1,295937*P}$ $r^2 = 0,9970$

266 $^2Y = 4,017566 + 1,419348 e^{-1,266595*P}$ $r^2 = 0,9916$

267 ${}^3Y = 3,929026 + 1,654454 e^{-1,287758*P}$ $r^2 = 0,9927$

268 ${}^4Y = 3,928551 + 1,395543 e^{-1,357018*P}$ $r^2 = 0,9866$

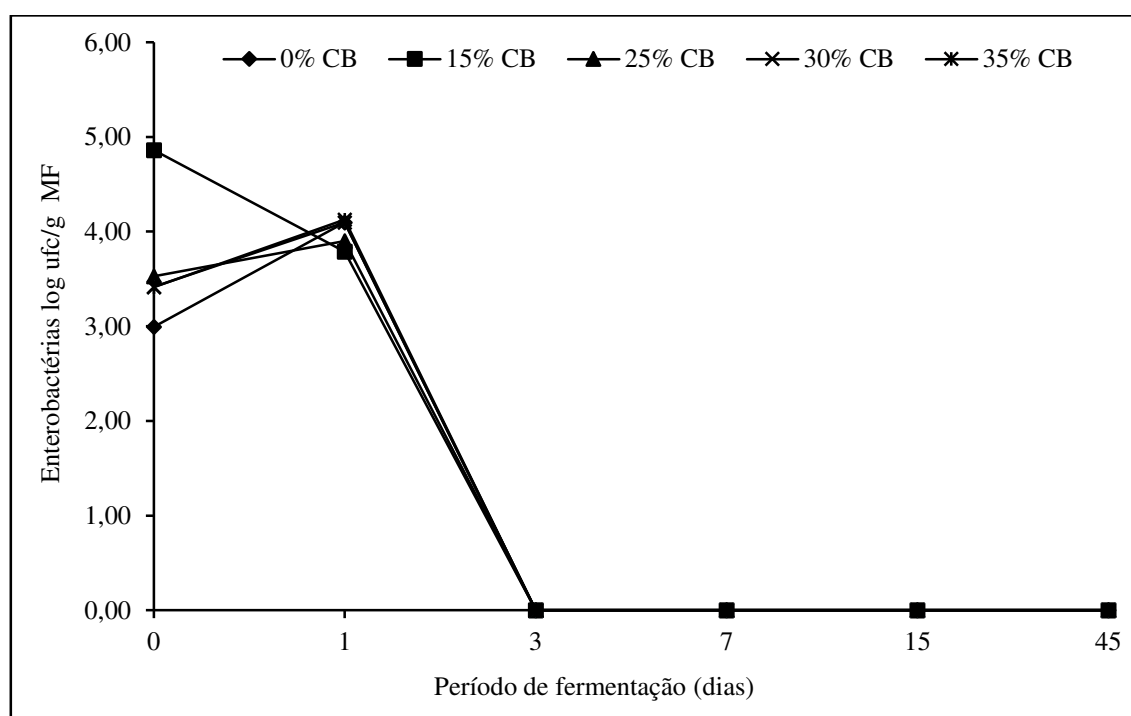
269 ${}^5Y = 3,892726 + 1,638624 e^{-1,513259*P}$ $r^2 = 0,9965$

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

272

273 O desenvolvimento de enterobactérias na massa ensilada em função dos períodos de fermentação
274 (dias) foi baixo em todas as dietas, verificando-se a ocorrência de ENT no momento e após um dia
275 de ensilagem, a partir da segunda abertura no terceiro dia após a ensilagem e nas demais aberturas
276 não foi verificado a ocorrência de ENT (Figura 2).

277



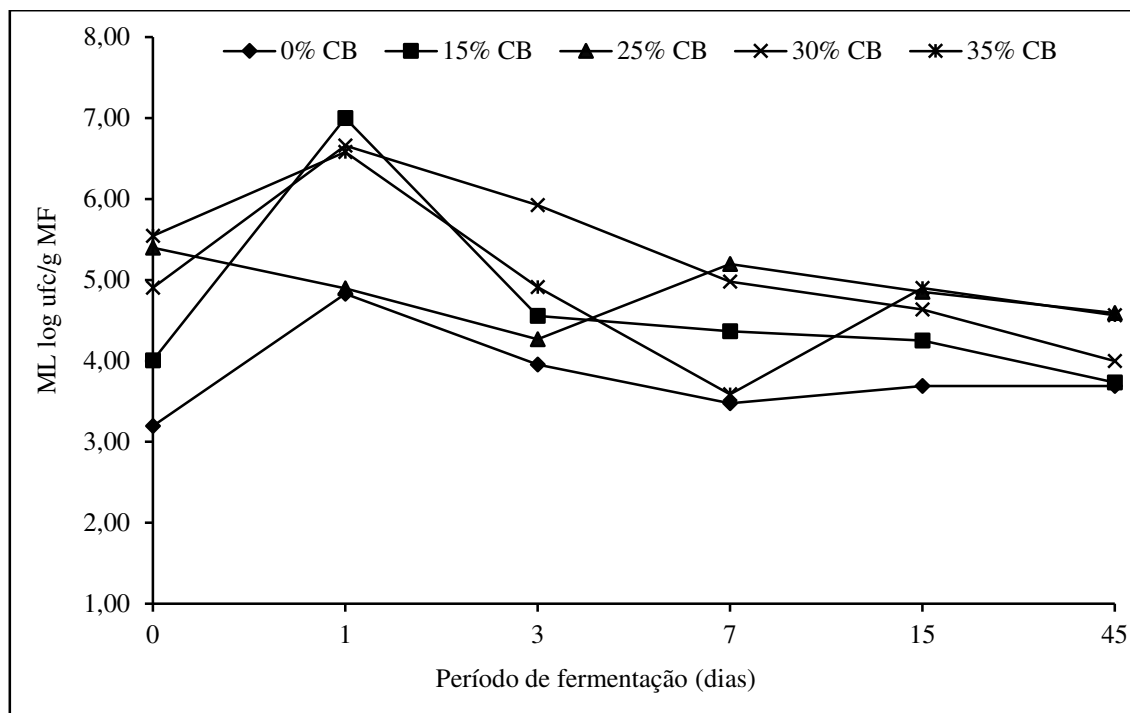
278

279 **Figura 2:** Valores de contagens de enterobactérias (ENT) em silagens na forma de ração à base de palma forrageira e
280 capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

281

282 A ração com 15% capim-buffel teve o maior desenvolvimento de fungos e leveduras no
283 primeiro dia após a ensilagem. Logo após, as outras dietas apresentaram valores de
284 desenvolvimento ML baixos e ao longo dos períodos de abertura, esses valores diminuíram,
285 permanecendo em torno de 4-5 log ufc/g MF (Figura 3).

286



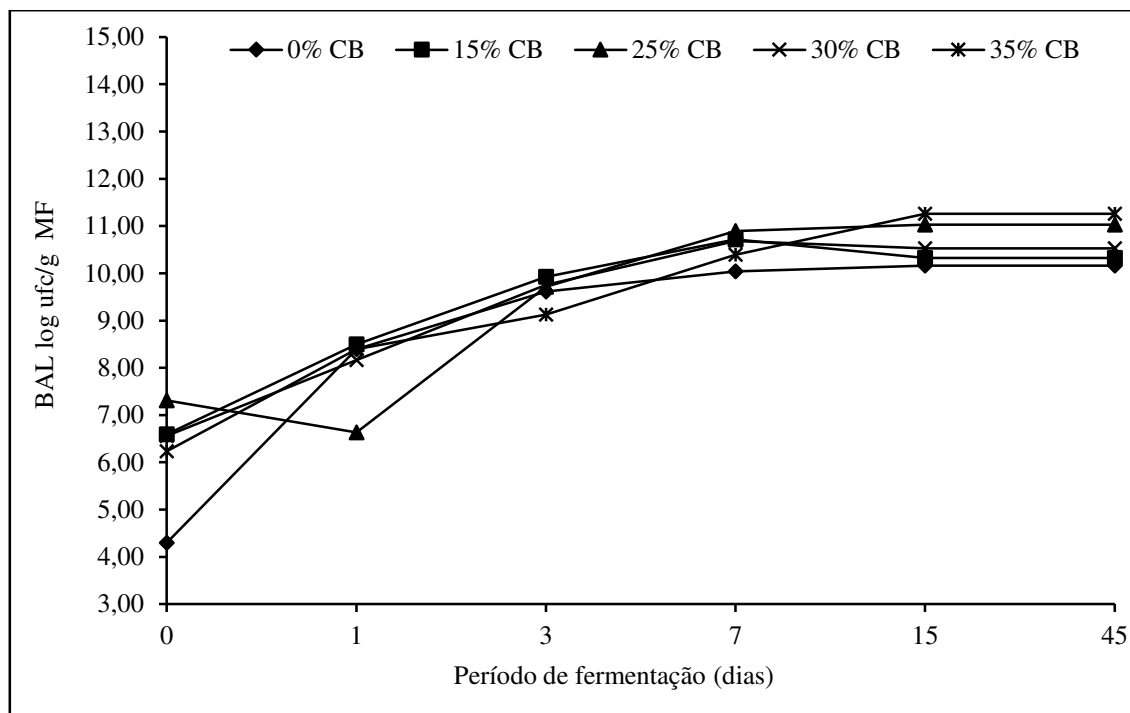
287

288 **Figura 3:** Valores de contagem de mofo e leveduras (ML) de silagens na forma de ração à base de palma forrageira e
 289 capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

290

291 Todas as rações tiveram resultados semelhantes para o desenvolvimento de bactérias do ácido
 292 láctico. Este desenvolvimento em função do período de fermentação (dias) aumentou a partir do
 293 momento da ensilagem estabilizado apenas 45 dias depois (Figura 4).

294



295
 296 **Figura 4:** Valores de contagem de bactérias do ácido láctico (BAL) de silagens na forma de ração à base de palma
 297 forrageira e capim-buffel, em função do período de fermentação (dias)

298
 299 Os teores de ácidos orgânicos diferiram ($p < 0,05$) entre todas as rações, mas, em geral, todas
 300 apresentaram conteúdo de AL satisfatório (Tabela 3). O teor de ácido láctico foi de $50,5 (\pm 11,660)$
 301 na ração com 35% de capim-buffel a $94,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ na ração 0% capim-buffel. À medida que a
 302 proporção de capim-buffel nas rações foi elevada, o conteúdo de AL apresentou-se igual nas rações
 303 0% e 15% capim-buffel, diferindo das rações 25% e 30% capim-buffel e a ração com 35% capim-
 304 buffel apresentou menor teor de ácido láctico ($p < 0,05$).

305
 306 **Tabela 3:** Concentração de ácidos orgânicos em silagens na forma de ração a base de palma forrageira e capim-buffel,
 307 expressos em $\text{g kg}^{-1} \text{ MS}^a$

Variáveis	Tratamentos					EPM ^c	P-valor
	0% CB	15% CB	25% CB	30% CB	35% CB		
Ácido láctico	94,2 ^a	89,5 ^a	61,3 ^b	60,1 ^b	50,5 ^c	11,660	<0,0001
Ácido acético	58,4 ^a	60,7 ^a	37,3 ^b	34,7 ^b	36,8 ^b	2,460	<0,0001
Ácido propiônico	6 ^a	5,6 ^b	3,6 ^c	3,5 ^c	3,2 ^d	0,080	<0,0001
Ácido butírico	4 ^a	3,5 ^b	2,1 ^c	2 ^c	1,5 ^d	0,030	<0,0001
AL:AA ^b	57,9 ^c	56,2 ^b	58,8 ^a	60 ^a	54,9 ^c	0,030	<0,0001

308 Fonte: Elaborado pelos autores; Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey
 309 $p \leq 0,05$; ^a g kg⁻¹ MS = Ingredientes expressos em gramas por quilograma de matéria seca; ^bAL:AA: Relação entre
 310 ácido láctico e ácido acético; ^c EPM = erro padrão da média

311

312 Houve efeito ($p < 0,05$) para os teores de ácido acético, as rações 0% e 15% capim-buffel
 313 apresentaram maior teor diferindo das rações 25, 30 e 35% capim-buffel que apresentaram menores
 314 teores (Tabela 3). Ocorreu variação para o ácido propiônico ($p < 0,05$), apresentando valor de 6
 315 ($\pm 0,080$) g kg⁻¹ MS na ração 0% capim-buffel a 3,2 g kg⁻¹ MS na ração 35% capim-buffel. Houve
 316 efeito para ácido butírico, que foi de 4 ($\pm 0,030$) g kg⁻¹ MS na ração 0% capim-buffel a 1,5 g kg⁻¹
 317 MS na ração 35% capim-buffel.

318 Houve diferenças ($p < 0,05$) para a relação AL:AA, caso em que as rações 25 e 30% capim-
 319 buffel apresentaram maior relação, que foi de 58,8 ($\pm 0,030$) a 60%, diferentemente das rações 35 e
 320 0% capim-buffel que apresentaram menores relações, que foi de 54,9 a 57,9%. Apesar disso, este
 321 resultado revela que todas as rações foram fermentadas proporcionalmente, a cada 1% de AA que
 322 foi produzido gerou próximo de 1,5% de AL (Tabela 3).

323 Os valores médios de degradabilidade efetiva da MS variaram de 71,73% na ração com 35%
 324 capim-buffel a 85,39% na ração com 0% capim-buffel (Tabela 4).

325

326 **Tabela 4:** Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) das dietas na forma de silagem à base de palma forrageira e
 327 capim-buffel

Rações ^a	Parâmetros ^b					r ²
	A	B	K	I	DE	
0% CB ^c	38,3	47,1	0,06	14,6	85,4	0,96
15% CB	35,3	45,6	0,04	19,1	80,9	0,98
25% CB	32,8	43,9	0,05	23,3	76,7	0,97
30% CB	26,5	49,6	0,05	23,9	76,1	0,95
35% CB	27,6	44,1	0,04	28,3	71,7	0,98

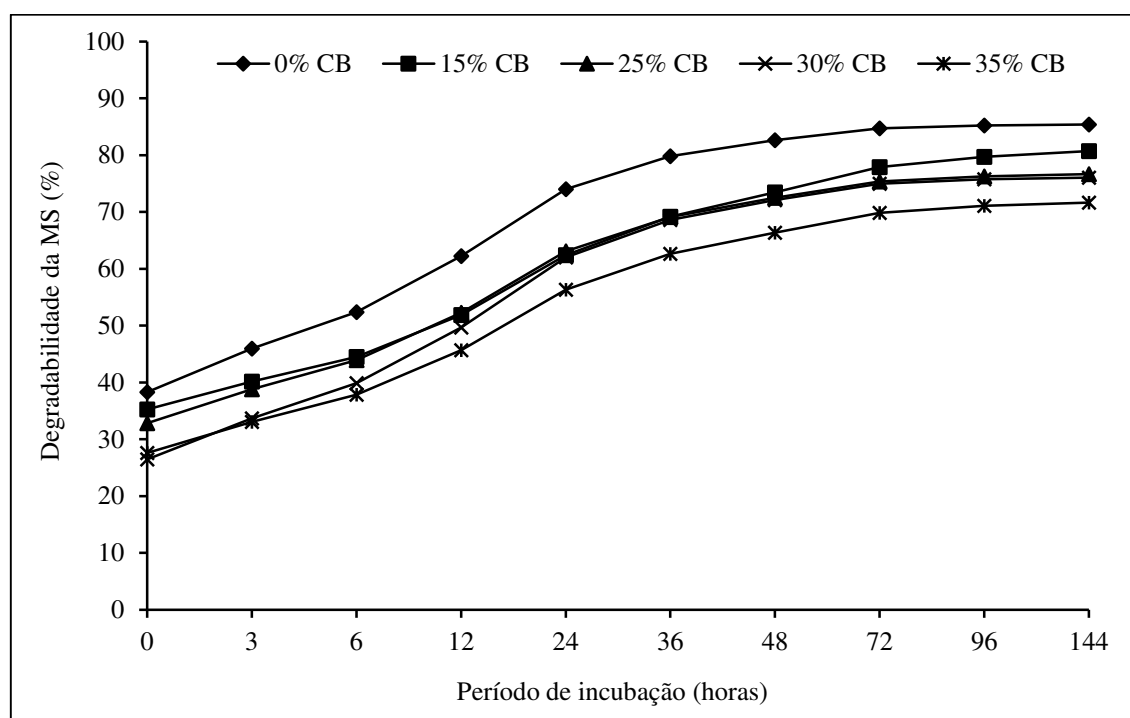
328 ^a 0% CB = 0% de capim-buffel na ração com base na matéria natural; 15% CB = 15% de capim-buffel na ração com
 329 base na matéria natural; 25% CB = 25% de capim-buffel na ração com base na matéria natural; 30% CB = 30% de
 330 capim-buffel na ração com base na matéria natural; 35% CB = 35% de capim-buffel na ração com base na matéria
 331 natural; ^b Parâmetros = A: fração solúvel (%); B/B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); K = taxa de
 332 degradação; I = fração indegradável padronizada (%); DE = degradabilidade efetiva; ^c CB = capim-buffel; Fórmula: A
 333 + B * (1 - e^{-ct}); DE: 100 - I.

334

335 Todas as rações tiveram uma degradabilidade satisfatória, com uma resposta similar de
 336 degradação da MS observada em todos os tratamentos, com valores acima de 70% de degradação

337 foram detectados no final de 144 horas de incubação ruminal. As taxas de degradação efetiva
338 variaram de $38,63 \pm 0,86$ às 04 horas para $71,77\% \pm 5,99$ às 96 horas (Figura 5).

339



340

341 **Figura 5:** Valores da degradabilidade da matéria seca (MS) em silagens na forma de ração à base de palma forrageira
342 e capim-buffel, em função do período de incubação ruminal (P)

343

344 **Discussão**

345

346 Todas as rações apresentaram teores de MS dentro da faixa ideal, de acordo com a classificação
347 de McDonald et al. (1991), que indica valores de MS entre 300 a 350 g kg⁻¹ para silagens de alta
348 qualidade. Este fato pode estar associado à composição química dos ingredientes utilizados, pois o
349 teor de MS do capim-buffel foi de 310 g kg⁻¹, enquanto que os concentrados farelados tinham um
350 teor de MS de aproximadamente 880 g kg⁻¹. Gusha et al. (2013) avaliaram a composição química e
351 aceitabilidade de uma silagem mista de palma associada com feno de leguminosa, fornecido aos
352 animais durante o período de estiagem na Turquia, e constataram que as silagens apresentavam um
353 bom padrão de fermentação, com teores de MS variando de 370 a 430 g kg⁻¹ MS.

354 Os conteúdos de PB das rações foram adequados para uma dieta destinada à alimentação de
355 cordeiro, como indicações o NRC (2007), recomenda em torno de 130 g kg⁻¹ de PB para que
356 cordeiros atinjam ganhos de 200 g de peso vivo por dia. Neste caso, a inclusão do capim-buffel
357 reduziu de 180 para 122 g kg⁻¹ a concentração de PB da silagem, não sendo recomendado o nível

358 de inclusão de 35% de capim-buffel, pois esteve abaixo da quantidade de PB desejável para o qual
359 a ração foi formulada. As demais rações apresentaram valores de PB satisfatórios. Bendaou e Ait
360 Omar (2013) obtiveram a ensilagem em forma de ração para avaliar as características de
361 fermentação e o desempenho de cordeiros. Esta dieta foi composta de cladódios de palma, frutos de
362 palma, polpa de beterraba, palha de cevada, farelo de trigo, ureia, vitaminas e minerais. O teor de
363 proteína bruta variou entre 100 e 140 g kg⁻¹, com base na MS.

364 As rações avaliadas no presente estudo apresentaram índices adequados de FDN, no entanto, o
365 uso de farelo de trigo que substituiu o capim-buffel no presente trabalho não garante a eficácia
366 adequada da fibra. Como o capim-buffel não foi incluído 0% capim-buffel, um menor conteúdo de
367 FDN foi observado neste tratamento em comparação com os demais.

368 Rodrigues et al. (2016) avaliaram diferentes ecótipos de palmas e encontraram concentrações de
369 FDN variando de 164 g kg⁻¹ a 198 g kg⁻¹ MS. Seu estudo revelou que as concentrações de nutrientes
370 e umidade variaram de acordo com as propriedades intrínsecas e extrínsecas dos alimentos para
371 animais, sugerindo que alternativas para suprir esse ingrediente para animais devem ser buscadas
372 sem causar perdas de qualquer natureza.

373 Mokoboki, Sebola e Matable (2016) estudaram o valor nutricional e as características de
374 fermentação de palma ensilada com 0, 8, 16 e 24% de melaço, com base na MS e descobriram que
375 o teor de carboidratos solúveis variou de 29 a 147 g kg⁻¹ MS aos 30 dias após ensilagem. Em seu
376 estudo, a silagem que apresentou a menor concentração de CS foi enriquecida com 8% de melaço
377 (base MS), enquanto que a silagem com o conteúdo CS mais elevado continha 24% de melaço (base
378 MS). No experimento atual, o conteúdo de CS nas silagens alterou com a inclusão de capim-buffel
379 nas rações, o que provavelmente foi resultado de variações neste nutriente presente nos ingredientes
380 utilizados. A 30% CB apresentou menor teor de CS provavelmente devido à maior proporção de
381 capim-buffel presente nesta ração (Tabela 2).

382 O teor de N-NH₃ é considerado adequado na silagem estudada, sendo inferior a 10% do
383 nitrogênio total, os valores encontrados são aceitáveis e estão baixos, estando em uma faixa de 10
384 a 15%, e insatisfatório quando acima de 20%. A média de 1,5% de N-NH₃ (do N total) encontrado
385 em neste estudo é, portanto, um valor apropriado. Baixas concentrações de nitrogênio amoniacal
386 indicam menor intensidade de proteólise durante o processo de fermentação, resultado da menor
387 atividade de bactérias clostrídicas e conseqüentemente da menor produção de ácido butírico, essa
388 baixa proteólise foi devida pelo fato de todas as rações apresentaram teores de MS acima de 300 g
389 kg⁻¹ MS, como também a rápida queda do pH devido a atuação das BAL acidificando o meio

390 proporcionou um ambiente anaeróbico e de baixa atividade de água, sendo este ambiente difícil para
391 o desenvolvimento de bactérias clostrídicas (McDonald, Henderson e Heron, 1991).

392 Bendaou e Ait Omar (2013) avaliaram a silagem sob a forma de ração à base de palma, resíduos
393 de azeitona e farelo de trigo, substituindo uma dieta baseada em feno de aveia e farelo de trigo sobre
394 o desempenho e as características de carcaça de cordeiros Barbarine, os autores observaram que as
395 silagens apresentaram fermentação de qualidade, com valores de pH próximos de 4,0 e teor médio
396 de N-NH₃ de 4,4% do nitrogênio total (NT).

397 A RMS mostrou-se elevada acima de 95%, apesar da variação, reforçando a viabilidade de
398 ensilagem desses alimentos em conjunto, pois esses elevados valores de RMS indicam que durante
399 o processo fermentativo ocorreu pequenas perdas de nutrientes e a maioria dos substratos utilizados
400 pelos grupos microbianos responsáveis pela fermentação do material como no caso das BAL
401 converteram esses substratos em ácidos orgânicos que são passíveis de serem aproveitados
402 posteriormente na alimentação animal.

403 Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com o intervalo de 3,8 a 4,2
404 recomendado por McDonald et al. (1991), que é próximo dos valores observados em silagem de
405 milho. Isso pode indicar um dos parâmetros que tornam a silagem de “boa qualidade” e o processo
406 de fermentação adequado, indicando também a estabilidade do material, com todas as dietas com
407 valores de pH semelhantes, independentemente do dia da abertura, pois valores de pH próximos de
408 4,0 indicam uma faixa ideal de crescimento de BAL homofermentativas que acidificam o meio e
409 convertem grande parte dos substratos utilizados em ácido lático, que é um ácido forte.

410 A palma forrageira contém altos níveis de carboidratos solúveis, conforme relatado por Mciteka
411 (2008). No entanto, Hu et al. (2015) afirmaram que a associação de palma com diferentes alimentos
412 para animais, como rações, pode elevar a concentração de açúcares fermentáveis, esses autores
413 observaram valores superiores a 8% de MS para esta variável. Achados semelhantes foram
414 publicados por Bendaou e Ait Omar (2013) e Abidi et al. (2013), que avaliaram silagens mistas à
415 base de palma.

416 As silagens na forma de ração neste experimento apresentaram características fermentativas
417 adequadas. Conseqüentemente, as enterobactérias causaram pouco dano ao processo de
418 fermentação. Esse fato está associado ao rápido declínio do pH, com valores em torno de 6,15 no
419 momento da ensilagem e aproximadamente 3,58 sete dias após ensilagem.

420 Os ácidos orgânicos atuam acidificando o meio, causando um declínio do pH na massa ensilada.
421 Essa acidez leva a um aumento de íons H⁺ dentro do silo, este excesso de H⁺ danifica as proteínas
422 da membrana e conseqüentemente a membrana citoplasmática, aumentando sua fluidez

423 (permeabilidade) da célula. Isso leva ao desequilíbrio osmótico, causando vazamento de líquido
424 citoplasmático e, portanto, morte celular de enterobactérias (Bakkali et al., 2006).

425 Muitas leveduras são capazes de desenvolver em uma ampla faixa de pH, de 3,5 para 6,5 e
426 convertem CS residual e AL em AA, etanol, CO₂ e calor. Portanto, as forragens com níveis residuais
427 substanciais de açúcar e AL estão predispostas ao crescimento de leveduras (Muck, 2010). No
428 entanto, no presente estudo, os conteúdos adequados de MS e CS possibilitaram a predominância
429 de bactérias lácticas nas silagens.

430 Chekir et al. (2013) avaliaram o perfil de fermentação de silagens a base de palma, soro de leite
431 e grãos de cevada com diferentes proporções de palma e encontraram padrão de fermentação
432 adequado, com valores de pH dentro do intervalo adequado e predominância de BAL. Tegegne,
433 Kijora e Peters (2007) afirmaram que a palma é rica em água e CNF e tem concentrações elevadas
434 de pectina, que proporcionam elevadas taxas de fermentação e, conseqüentemente, uma liberação
435 rápida de açúcares solúveis, que são, por sua vez, eficientemente utilizados pelos grupos
436 microbianos, especialmente BAL.

437 Em silagens com adequado padrão de fermentação, o ácido láctico predomina na maior parte do
438 material ensilado, preserva a massa ensilada, sendo este ácido produzido por bactérias do ácido
439 láctico homo e heterofermentativas em meio anaeróbico. O ácido láctico é considerado um ácido forte,
440 ao ponto de cessar o desenvolvimento de BAL e de outros microorganismos (Muck, 2010).

441 Mciteka (2008) estudou a produção de ácidos orgânicos de silagens de palma com diferentes
442 concentrações de MS e diferentes níveis de melação e encontrou conteúdo de AL variando de 5,40 a
443 13,69% de MS, com todas as silagens apresentando fermentação satisfatória.

444 Segundo França et al. (2011) os índices entre ácido láctico e acético, entre outros, são parâmetros
445 de grande valor na avaliação do processo de fermentação de uma silagem. As silagens são
446 produzidas visando uma quantidade proporcionalmente maior de AL em comparação com AA,
447 indicando qualidade de fermentação da massa ensilada.

448 A degradabilidade da matéria seca das dietas demonstrou que grande parte dos nutrientes são
449 rapidamente disponibilizados e fermentados, e parte deles fica disponível para a síntese microbiana
450 (Detmann et al. 2010). Este fato está associado à baixa concentração de fibras resultante da
451 composição dos ingredientes utilizados. As dietas que consistiam em maiores proporções de
452 concentrados e palma apresentaram maiores taxas de degradação, e o contrário também se
453 confirmou. De acordo com o NRC (2007) o potencial de crescimento microbiano tende a aumentar
454 com a adição de alimentos concentrados à dieta. Como os alimentos concentrados (farelados) têm
455 concentrações mais baixas de FDN, celulose, hemicelulose e lignina e níveis elevados de CNF,

456 açúcares, sacarose, amido, amilopectinas e pectinas na sua composição nutricional quando
457 comparados com forragens, microrganismos do rúmen (bactérias amilolíticas) rapidamente
458 colonizam as partículas de alimentos no rúmen, ocorrendo extensa e rapidamente a quebra e
459 liberação dos nutrientes, que são uma fonte de substrato para microrganismos do rúmen. Assim, a
460 produção de ácidos orgânicos liberados no rúmen pelas bactérias ruminais aumenta e o ruminante
461 absorve a maioria desses ácidos produzidos através do epitélio ruminal, principalmente acetato e
462 propionato.

463 Conforme se aumentou a proporção de capim-buffel nas dietas, a degradação da MS diminuiu.
464 Este efeito é devido à maior concentração de carboidratos fibrosos nas dietas com maiores
465 proporções de capim-buffel, que promoveu um maior tempo de colonização de microrganismos do
466 rúmen nas partículas do alimento, levando a um tempo de degradação mais longo para as rações
467 que continham maiores proporções de capim-buffel.

468 No presente estudo, as dietas com maiores concentrações de carboidratos fibrosos apresentaram
469 menor degradabilidade da MS, por exemplo, a ração 35% CB apresentou uma degradabilidade da
470 MS de 71,73%. Isso pode ser explicado pelo fato de que os microrganismos que degradam os
471 carboidratos fibrosos (bactérias celulolíticas e hemicelulolíticas) têm uma menor taxa de
472 degradação do que aqueles que degradam as frações não fibrosas dos alimentos. A menor
473 velocidade de crescimento resulta em uma menor assimilação do substrato pelos microrganismos
474 que degradam os carboidratos fibrosos (Detmann, 2010).

475 Dependendo da situação, o crescimento de bactérias amilolíticas pode aumentar pela competição
476 por substrato. Isso indica que a forma e a intensidade de uso dos nutrientes presentes na ração não
477 são influenciadas apenas pelas características do próprio alimento (Detmann, 2010).

478 As frações de MS efetivamente degradáveis e não degradáveis presentes na dieta animal
479 merecem atenção, pois podem estar em proporções inadequadas em uma dieta, uma vez que os
480 eventos sucessivos de ação enzimática na microflora presente no ambiente do rúmen ocorreram em
481 períodos de tempo definidos e são influenciados por características intrínsecas e extrínsecas, ou
482 seja, a eficácia dos processos de degradação ou digestão varia, logo conhecer as frações que
483 compõem os alimentos presentes na dieta é essencial para obter melhor aproveitamento dos
484 nutrientes (Detmann, 2010).

485 A palma é rica em carboidratos não fibrosos, uma importante fonte de energia para a microflora
486 do rúmen. Contudo, o baixo teor de carboidratos fibrosos deve ser corrigido ao usar esta planta em
487 dietas para ruminantes.

488 Çüreğ e Özen (2004) avaliaram as características de fermentação da silagem de palma a partir
489 de cladódios com 20 meses de idade associadas a feno de alfafa em três dietas diferentes e
490 analisaram a degradação da MS *in situ* às 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas de incubação ruminal. A
491 taxa de degradação da MS foi acima de 60%.

492 Em resumo, os resultados obtidos neste estudo indicam que é possível preservar a massa ensilada
493 de todas as rações avaliadas com pequenas diferenças no padrão de fermentação e
494 consequentemente nas perdas. As diferenças na degradação dessas silagens foram mais devidas às
495 características nutricionais dos ingredientes utilizados e a escolha de uma dieta a ser formulada com
496 silagem deve depender da intensificação do sistema de produção.

497

498 **Conclusões**

499

500 Com base no perfil de fermentação, perdas e composição química, a ração com maior proporção
501 de palma forrageira pode ser recomendada para produção de silagem. Não é recomendado o uso de
502 capim-buffel na ensilagem de palma forrageira na forma de ração nos níveis testados pois reduz os
503 ácidos orgânicos da silagem, e a concentração de nutrientes, apesar de apresentar poucas perdas,
504 baixa umidade e similar degradação da matéria seca.

505

506 *Agradecimentos* – Os autores desejam agradecer aos membros do GEF (Grupo de Estudos em Forragicultura) por suas
507 contribuições durante os ensaios de campo e análises laboratoriais, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
508 Nível Superior (CAPES) e a Embrapa Semiárido por todo o apoio.

509

510 **Conflito de Interesse**

511

512 Não há conflito de interesse.

513

514 **Referências**

515

516 Abidi S, Bem Salem H, Nefzaoui A, Vasta V, Priolo A. 2013. Silage composed of *Opuntia ficus-indica* F. Inermis
517 cladodes, olive cake and wheat bran as alternative feed for barbarine lamb. *Acta Horticulture* 995: 297–301. DOI:
518 10.17660/ActaHortic.2013.995.36

519 AOAC International, 1990. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 15th Edition. Arlington, VA (USA).

520 Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Zhiri A, Baudoux D, Iadaomar M. 2006. Antigenotoxic effects of three essential
521 oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatments with UVC radiation, 8 – MOP plus UVA and
522 MMS. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 606: 27–38. DOI:
523 10.1016/j.mrgentox.2006.02.005

524 Bendaou M, Ait Omar M. 2013. *New feeding technology using cactus in sheep fattening: Applications to small-scale*
525 *farms of Rhamna region, Morocco*. In: 8th International Seminar Technology creation and transfer in small
526 ruminants: roles of research, development services and farmer associations Tangier, Agadir, Morocco
527 (Communication orale). Available at
528 [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:q5Yn_3UkksEJ:webagris.inra.org.ma/doc/OM108/option](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:q5Yn_3UkksEJ:webagris.inra.org.ma/doc/OM108/option%2520med%2520108%2520p.279-284.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)
529 [%2520med%2520108%2520p.279-284.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:q5Yn_3UkksEJ:webagris.inra.org.ma/doc/OM108/option%2520med%2520108%2520p.279-284.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br) [accessed 16 February 2016].

530 Bolsen KK, Lin C, Brent CR, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR. 1992. Effects of silage additives on the microbial
531 succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science* 75: 3066–3083.
532 [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78070-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78070-9)

533 Chekir I, Ayed L, Hamdi M, Ben Salem B. 2013. Lactic fermentation to improve the nutritive value of *Opuntia ficus-*
534 *indica* f. *inermis* cladodes mixed with some agro-industrial by-products. *Acta Horticulture* 995: 319–324. DOI:
535 10.17660/ActaHortic.2013.995.40

536 Çürek M, Özen N. 2004. Feed value of Cactus and cactus silage. *Turkey Journal Veterinary Animal Science* 28: 633–
537 639.

538 Detmann E. 2010. *Fiber in the nutrition of dairy heifers*. In: Pereira ES, Pimentel PG, Queiroz AC, Mizubuti IY,
539 (Editor), *Dairy heifers*, Graphiti Gráfica e Editora Ltda, pp. 253-302 (in Portuguese).

540 Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smitch F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and
541 related substances. *Analytical Biochemistry* 28: 350–356.

542 França AFS, Oliveira RP, Miyagi ES, Silva AG, Perón HJMC, Basto DC. 2011. Fermentative characteristics of
543 sorghum hybrids ensilage under nitrogen rates. *Ciência Animal Brasileira* 12: 383–391 (in Portuguese English
544 abstract).

545 González G, Rodríguez AA. 2003. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage
546 intake of tropical grasses ensiled in round bales. *Journal of Dairy Science* 86: 926–933. DOI: 10.3168/jds.S0022-
547 0302(03)73675-3

548 Gusha J, Ngongoni NT, Halimani TE. 2013. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees
549 grown for protein supplementation. *Online Journal of Animal Feed Research* 3: 170–175.

550 Hristov AN, Mcallister TA. 2002. Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter
551 disappearance *in situ*. *Journal of Animal Science* 80: 510–516.

552 Hu X, Hao W, Wang H, Ning T, Zheng M, Xu C. 2015. Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession
553 of total mixed ration silages formulated with peach pomace. *Asian Australasian Journal Animal Science* 28: 502–
554 510. doi: 10.5713/ajas.14.0508

555 Kung Junior L, Ranjit NK. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and
556 aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science* 84: 1149–1155. DOI: 10.3168/jds.S0022-
557 0302(01)74575-4

558 Lima GFC, Rego MMT, Dantas FDG, Lôbo RNB, Silva JGM, Aguiar EM. 2016. Morphological characteristics and
559 forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. *Revista Caatinga* 29(2): 481–488.
560 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n226rc>

561 McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. (Editors), 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd Edition. Chalcombe
562 Publications. Mallow, Bucks (UK). <https://doi.org/10.1017/S0014479700023115>

563 Mciteka H. 2008. *Fermentation characteristics and nutritional value of Opuntia ficus-indica var. Fuscicaulis cladode*
564 *silage*. MSc dissertation, University of the Bloemfontein, South Africa.

565 Mokoboki K, Sebola N, Matlabe G. 2016. Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and
566 fermentation quality of *Opuntia cladodes* silage. *Journal of Animal & Plant Sciences* 28: 4488–4495.

567 Muck RE. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 183–191.

568 Nocek JE. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of*
569 *Dairy Science* 71: 2051–2069. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)

570 NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of small ruminants*. Washington, DC: National Academy
571 Press; 2007.

572 Ørskov ER, McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements
573 weighted according to rate of passage. *Journal Agricultural Science* 92: 449–453. DOI:
574 10.1017/S0021859600063048

575 Pinho RMA, Santos EM, Carvalho GGP, Silva APG, Silva TC, Campos FS, Macedo CHO. 2013. Microbial and
576 fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting
577 heights. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42(12): 859–856.

578 Ramos JPF, Souza JTA, Santos EM, Pimenta Filho EC, Ribeiro OL. 2017. Growth and Productivity of *Nopalea*
579 *Cochenillifera* in function of different planting densities in cultivation with and without weeding. *Revista*
580 *electronica de Veterinaria* 18(8): 1–12 (in Portuguese English abstract).

581 Rocha RS, Voltolini TV, Gava CAT. 2017. Productive and structural characteristics of genotypes of irrigated spineless
582 cactus in different cutting intervals. *Archivos de Zootecnia* 66(255): 363–371 (in Portuguese English abstract).

583 Rodrigues AM, Pitacas FI, Reis CMG, Blasco M. 2016. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from
584 portuguese ecotypes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 22: 40–45.

585 Sales AT, Leite MLMV, Alves AQ, Ramos JPF, Nascimento JP. 2013. Vegetative growth of cactus pear in different
586 planting densities in the Curimataú of Paraíba. *Tecnologia e Ciência Agropecuária* 7(1): 19–24 (in Portuguese
587 English abstract).

588 SAS. *Statistical Analysis Systems User's Guide*. Version 9.1. Cary, NC: SAS Institute, Inc; 2010.

589 Siqueira MCB, Ferreira MA, Monnerat JPIS, Silva JL, Costa CTF, Conceição MG, Andrade RPX, Barros LJA, Melo
590 TTB. 2017. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics
591 and ruminal parameters. *Animal Feed Science and Technology* 226: 56–64. DOI:
592 <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.12.006>

593 Tegegne F, Kijora C, Peters KJ. 2007. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation
594 to sheep and its contribution as source of water. *Small Ruminant Research* 72: 157–164.
595 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>

596 Vasconcelos WA, Andrade AP, Santos EM, Edvan RL, Silva DS, Silva TC. 2013. Morphogenetic and structural
597 characteristics and production of buffel grass fertilized with bovine digesta solid. *Revista Brasileira de Saúde e*
598 *Produção Animal* 14(1): 1–9 (in Portuguese English abstract).

599 Voltolini TV, Araujo GGL, Souza RA. 2014. *Buffel grass silage: an alternative for feeding ruminants in the semi-arid*
600 *region*. 1th Edition. Embrapa Documentos: Embrapa, Petrolina. Available at
601 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114740/1/SDC259.pdf> (in Portuguese) [accessed 16 February
602 2016].

- 603 Xu C, Cai Y, Moriya N, Ogawa M. 2007. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of
604 brewers' grains in totally mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology* 138: 228–238.
605 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.11.014>
- 606 Zanine AM, Santos EM, Fereira DJ, Oliveira JS, Almeida JCC, Pereira OG. 2006. Avaliação da silagem de capim-
607 elefante com adição de farelo de trigo. *Archivos de Zootecnia* 55: 75–84.
- 608
- 609

Conclusão Geral

A partir do tema estudado, verificou-se que a produção animal no semiárido brasileiro é bastante influenciada pela estacionalidade climática que influencia diretamente na disponibilidade de alimentos para os animais. Dessa forma para que o homem do campo disponha de alimentos em quantidade e qualidade faz-se necessário o uso de estratégias de conservação e produção de alimentos que permitam a convivência com a estiagem através da manutenção de seu sistema produtivo.

Assim, o cultivo de palma com fins forrageiros merece destaque, estudar quais genótipos pode apresentar potencial de produção, serem resistentes a pragas e doenças como também mais produtivos do que os já cultivados atualmente, é um dos pontos chave para se conseguir alavancar a produção animal e combater a cochonilha do carmim que a alguns anos atrás foi responsável por dizimar várias áreas de palma no semiárido brasileiro.

A utilização de silagem pode amenizar a deficiência de escassez de alimentos durante períodos de estiagem, com a possibilidade de se confeccionar silagens na forma de ração, utilizando-se de plantas forrageiras como a palma e o capim-buffel permite-se maximizar o uso da terra, em economizar mão-de-obra, como também otimizar a rebrota do palmar, podendo o produtor alavancar sua produção em um dos períodos mais secos do ano no semiárido brasileiro que é o período de estiagem.

Anexos

Anexo A – Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

As submissões de artigos científicos, notas científicas e revisões (a convite do editor) devem ser encaminhadas via eletrônica e, preferencialmente, em inglês. No entanto, aqueles encaminhados em português ou espanhol terão que ser obrigatoriamente traduzidos para o inglês antes de serem publicados. As despesas de tradução serão de responsabilidade dos autores.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.
- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar

o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract,

Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e- vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

- Devem ser trinta, no máximo. Exemplos:
- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)
AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.
- Artigos de periódicos
SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.
- Capítulos de livros
AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
- Livros
OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).
- Teses
HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fontes eletrônicas
EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos

elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.
4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de

manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.

5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.

6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da relevância relativa. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.

Anexo B – Normas da Revista African Journal of Range & Forage Science

Instructions to authors

The Journal publishes peer-reviewed Research Papers, Research Notes, Reviews and Commentaries dealing with topics related to range and forage science that contribute to the discipline in an African context. Papers may report the results of a specific investigation, may be speculative in nature, or may review the literature and trends in a particular field. Invited Book Reviews and Letters to the Editor are also published. Further information on the **Types of Manuscripts** published is available on the Journal's Instructions to Authors page*. Page charges of R225 (for African contributors, excl. VAT for South Africa) or US\$ 40 (for other contributors) per page are levied. Page charges are waived for corresponding authors who are Grassland Society of Southern Africa members (with a journal subscription) and for Book Reviews and Letters to the Editor.

Editorial policy: Contributions must conform to the principles outlined in Ethical Considerations in Research Publication available on the Journal's Instructions to Authors page*. Submission of a manuscript implies that the material has not previously been published, nor is it being submitted elsewhere for publication. Submission of a manuscript will be taken to imply transfer of copyright of the material to the publishers, NISC. Contributions are accepted on the understanding that the authors have the authority for publication. Material accepted for publication in this Journal may not be reprinted or published in translation without the express permission of the publishers, NISC. The final decision to accept a manuscript rests with the Editor-in-Chief.

Presentation: Before submitting a manuscript authors should peruse a recent issue of the Journal for format and style. Manuscripts must be written in clear English (UK style). Typescripts not prepared according to our instructions will be returned to authors for revision before they are sent to referees. Manuscripts and figures must be submitted in electronic form.

Manuscripts: Manuscripts should be prepared using Microsoft Word (font Arial or Times New Roman, 12 pt) in A4 format with 1.5 line spacing without columns. Number all pages sequentially, including the title page and those containing the references, figure captions and tables. All submissions should be made online at the Journal's ScholarOne Manuscripts site (<http://mc.manuscriptcentral.com/tarf>). New users should first create an account. Once a user is logged onto the site submissions should be made via the Author Centre. Authors should prepare and upload two versions of their manuscript. One should be a complete text, while in the second all document information identifying the author should be removed from files to allow them to be sent anonymously to referees. When uploading files authors will then be able to define the non-anonymous version as 'File not for review'.

Statistical analyses: Pseudoreplication should be recognised and treated accordingly. Test results must be reported in full, not p-values alone. Measures of variation and probability should be reported to one decimal place more than the respective means and test statistics.

Manuscript format: The manuscript should be arranged using the following order:

Title page — (a) Title: This should be brief, sufficiently informative for retrieval by automatic searching techniques, and should contain important keywords. Names of taxa are to be used without author citations. (b) Author(s): Corresponding author must be indicated. (c) Address(es) of author(s): The authors' respective addresses where the work was done must be indicated. The address for an author for correspondence (if different) must be indicated. An e-mail address for the corresponding author must be provided.

Abstract page — (a) Abstract: This must be a concise statement of the scope of the work and the principal findings. It must not exceed 200 words. It should summarise the information presented in the paper but should not include references. (b) Key words: Up to five additional index words or phrases, not included in the title, must be listed alphabetically.

Main text — The Introduction should outline the problem in general and clearly state the study objectives. References to previous work are only desirable if they have direct bearing on the subject of the paper. A detailed review of the literature is usually inappropriate. Typically the intermediate sections will be Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions and Acknowledgements (including funding sources and names of pre-submission reviewers). Perspective papers may have different headings, while Research Notes, Letters and Book Reviews should have no headings.

References — References to literature within an article must be arranged chronologically. References to works by more than two authors should be abbreviated with et al. The list of references at the end of the article must be arranged alphabetically and titles must appear exactly as in the originals (refer to Reference Exemplars for Authors on the Journal's Instructions to Authors page* for further examples):

Bell RHV. 1982. The effect of soil nutrient availability on community structure in African ecosystems. In: Huntley BJ, Walker BH (eds), *Ecology of tropical savannas*. Berlin: Springer-Verlag. pp 193–216.

Hoffman MT, Cowling RM. 1990. Desertification in the lower Sundays River Valley, South Africa. *Journal of Arid Environments* 19: 105–117. Leng RA. 1986. *Drought feeding strategies: theory and practice*. Armidale: Penambul Books.

Tables — Each table must be accompanied by an appropriate stand-alone caption. Data may not be presented in both tabular and graphical form. Tables

must be formatted to fit the page vertically with a printed width of either 80 mm or 175 mm. Tables may include up to five horizontal lines but no vertical lines.

Figures — Ensure figures conform to the journal style. Pay particular attention to line thickness, font and figure proportions, taking into account the journal's printed page size. Costs of redrawing figures may be charged. Please refer to Figure Guidelines for Authors: format, style and technical considerations available from the Journal's Instructions to Authors webpage*. For digital photographs or scanned images the resolution should be at least 300 dpi for colour or greyscale artwork and a minimum of 600 dpi for black line drawings. These can be saved (in order of preference) in PSD, JPEG, PDF or EPS format. Graphs, charts or maps can be saved in AI, PDF or EPS format. MS Office files (Word, Powerpoint, Excel) are also acceptable but DO NOT EMBED Excel graphs or Powerpoint slides in a MS Word document, rather send the original Excel or Powerpoint files. More detailed technical information is given in Figure Guidelines for Authors. Illustrations can be reproduced in colour, but only when essential, and subject to approval by the Editor-in-Chief. Non-essential use of colour will be charged at R900 (excl. VAT) per page for African contributors and US\$150 per page for contributors from elsewhere.

Referees: Before submitting a manuscript authors are advised to have their work reviewed by colleagues in the same field of research. This should be reflected in the Acknowledgements. After submission all manuscripts are critically reviewed by at least two referees on whose advice the Editor-in-Chief accepts or rejects contributions, or returns the manuscript to authors for revision.

Electronic reprints: Authors will be notified by e-mail when their article is available for download from the journal website.

Open access: The Journal is a hybrid journal which allows authors the option of publishing their article Open Access for a set fee. Further details are given in NISCoa: Publishing an Open Access Article with NISC available from www.nisc.co.za/journals.

* Instructions to authors and other information pertaining to the journal are available at <http://www.nisc.co.za/journals?id=3>

Reference Exemplars for Authors: format and style considerations

Examples of reference list formats — print medium

Journal article, one author

Morgan JW. 2001. Seedling recruitment patterns over 4 years in an Australian perennial grassland community with different fire histories. *Journal of Ecology* 89: 908–919.

Journal article, two authors

Sales J, Britz PJ. 2001. Research on abalone (*Haliotis midae* L.) cultivation in South Africa. *Aquaculture Research* 32: 863–874.

Journal article, more than two authors

Ellender BR, Weyl OLF, Shanyengange MK, Cowley PD. 2008. Juvenile population dynamics of *Oreochromis mossambicus* in an intermittently open estuary at the limit of its natural distribution. *African Zoology* 43: 277–283.

Note: Issue numbers are omitted from citations.

Abstract as original source [not to be encouraged]

Botha CEJ, Liu L, Cross RHM. 2005. Functionality within plasmodesmata: roles for callose, actin and myosin? [Abstract]. *South African Journal of Botany* 71: 261.

Abstract from a secondary source [not to be encouraged]

Szumilas M, Kutcher SP. 2008. Youth and suicide. Canadian Medical Association Journal 178: 286–286. Abstract obtained from *Journal of Child & Adolescent Mental Health* 20: 70.

Book, one author

Mackenzie J. 2004. *The editor's companion*. Cambridge: Cambridge University Press.

Zar JH. 1984. *Biostatistical analysis* (2nd edn). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Note: '(2nd edn)' is not italicised.

Book, two authors

Milroy L, Gordon M. 2003. *Sociolinguistics: method and interpretation*. Oxford: Blackwell.

Edited book

Huntley BJ, Walker BH (eds). 1982. *Ecology of tropical savannas*. Berlin: Springer-Verlag.

Chapter in a book

de Villiers C, Hodgson A, Forbes AT. 1999. Studies on estuarine macrobenthos. In: Allanson BR, Baird D (eds), *Estuaries of South Africa*. Cambridge: Cambridge University Press. pp 167–207.

Non-English book

Makatsch W. 1974. *Die Eier der Vögel Europas*, vol. 1. Berlin: Neumann.

Magazine/newsletter article, one author

Burger S. 2001. Indigenous invaders of the winter-rainfall region. *Farmer's Weekly* 21/28 December: 8.

Newspaper article, no author

Anon. 2002, January 19. Why target the good guys, Mr Moosa? *The Herald*. p 4.

Contract research document (published)

Whitfield AK, Bate GC (eds). 2007. *A review of information on temporarily open/closed estuaries in the warm and cool temperate biogeographic regions of South Africa, with particular emphasis on the influence of river flow on these systems*. WRC Report No. 1581/1/07. Pretoria: Water Research Commission.

Government legislation (upper case used for formal documents)

DEAT (Department of Environmental Affairs and Tourism). 2006. Publication of draft policies for the allocation and management of medium-term small-scale commercial fishing rights and for the allocation and management of medium-term subsistence fishery rights. *Government Gazette, South Africa* 497(29391).
RSA (Republic of South Africa). 1998. Marine Living Resources Act (Act No. 18 of 1998). *Government Gazette, South Africa* 395(18930).

Series

Govender A. 2000. Garrick (*Lichia amia*). In: Mann BQ (ed.), *Southern African marine linefish status reports. Special Publication No. 7*. Durban: Oceanographic Research Institute. pp 16–17.
McKenzie CL, Burrell VG, Rosenfield A, Hobart WL. 1997. The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of North and Central America and Europe. Vol. 1: Atlantic and Gulf Coasts. NOAA *Technical Report* 127.
Rolando CA, Hitchins M, Olivier S. 2006. Methods to improve late season planting of *Pinus patula*. *ICFR Bulletin Series* No. 08/2006. Pietermaritzburg: Institute for Commercial Forestry Research.

Dissertation/thesis

Vorwerk PD. 2006. A preliminary examination of selected biological links between four Eastern Cape estuaries and the inshore marine environment. PhD thesis, Rhodes University, South Africa.

Unpublished paper presented at a meeting [not to be encouraged; content should be accessible]

Gibbons M. 2006. Engagement as a core value in a Mode 2 society. Paper presented at the CHEHEQC/JET-CHESP Conference on Community Engagement in Higher Education, Cape Town, 3–5 September 2006.

Conference/workshop proceedings

Tibbits WN, Boomsma DB, Jarvis S. 1997. Distribution, biology, genetics and improvement programmes for *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* around the world. In: White T, Huber D, Powell G (eds), *Proceedings of the 24th Biennial Southern Tree Improvement Conference, 9–12 June, Orlando, Florida*. Orlando: Southern Tree Improvement Committee. pp 1–15.

Unpublished reports

Booth A. 2005. South African monkfish (*Lophius vomerinus*) stock assessment. Report No. WG/05/04/D:A:07. Marine and Coastal Management, Cape Town.

- Fielding PJ. 1997. Stock assessment and fisheries management of the Natal rock lobster *Panulirus homarus*. In: Report No. 140. Durban: Oceanographic Research Institute. pp 13–17.
- Geldenhuyts CJ. 1975. Stock enumeration and management planning of the woodlands in Kavango. Unpublished report. Saasveld Forestry Research Centre, George.
- Harrison TD, Cooper JAG, Ramm AEL. 2000. Geomorphology, ichthyofauna, water quality and aesthetics of South African estuaries. Report ENV-DC 2000-01 prepared for the Department of Environmental Affairs and Tourism. Division of Water, Environment and Forestry Technology, Environmentek, CSIR, Congella.
- Keith DG, Harck BIB. 2001. Studies of seabirds on Bouvetøya 2000/01. Percy FitzPatrick Institute, University of Cape Town, Cape Town.
- Whittington PA. 2000. The Cape Town Harbour oil spill – one year after the event. Avian Demography Unit Research Report No. 37. University of Cape Town, Cape Town.

Article in press (accepted for publication)

Wolfaardt AC, Underhill LG, Crawford RJM. In press. Comparison of moult patterns of African penguins *Spheniscus demersus* at Robben and Dassen Islands. *African Journal of Marine Science* 31.

Note:

- Unpublished manuscripts that have either not been submitted for publication or that have been submitted for publication but not yet accepted are to be cited as ‘unpublished data’.
- Provide the doi, where available, for an article in press (see exemplar under ‘electronic medium’ below).

Examples of reference list formats — electronic medium

- Atwell A. 2005. The sad state of editing. Available at www.arthuratwell.com/entries/journal290805.html [accessed 20 February 2007].
- Carrasco NK, Perissinotto R. 2012. Development of a halotolerant community in the St Lucia Estuary (South Africa) during a hypersaline phase. *PLoS ONE* 7: e29927.
- Koné V, Machu E, Penven P, Andersen V, Garçon V, Fréon P, Demarcq H. 2005. Modeling the primary and secondary productions of the southern Benguela upwelling system: a comparative study through two biogeochemical models. *Global Biogeochemical Cycles* 19: GB4021.

Non-standard references

Most types of references that will appear in a manuscript are catered for in the exemplars above. For non-standard references, provide sufficient bibliographic information to allow other researchers to locate the original through their library, bibliographic database, inter-library loan or other document delivery service. The style of presentation of references is to have as few embellishments as possible [italics is reserved for journal and published book titles], with full stops separating

different categories of bibliographic information and commas separating pieces of information within each category.

Reference exemplars: format and style considerations

Notes

Abbreviations within the reference list

Anonymous Anon.

Article Art.

Chapter chap.

Edited by ed.

Multiple editors eds

2nd edition 2nd edn

No date n.d.

Number No.

Page (single)p [used for single-page citations from books/ reports (not journals)]

Page numbers pp (followed by a space and page range) Supplement Suppl.

Translated by transl.

Volume (book) vol.

Volumes vols

Formatting of the reference list

- The list of references provided at the end of the text must be cited in alphabetic sequence of first authors, e.g. Pauly (1998) will precede Pauly and Torres (1997).
- When more than one publication by the same author is listed, his/her name must be repeated and the listing is chronological.
- When more than one multi-authored work by the same senior author is listed, the listing is alphabetical in terms of the co-authors and chronological where there is more than one work by the same group of authors.
- For multiple works published in the same year by the same author/s, distinguish the references by an 'a', 'b', etc. following the publication year [see 'Citation of references within the text' below].
- Titles of periodicals must be listed in full.
- Works quoted in a language different from that of the original publication are to be identified as such, e.g. (translated from Russian) in parentheses at the end of the reference. The titles of works written in non-Roman characters are to be transliterated and the fact noted by appending (in Japanese) or (in Russian, with English abstract).

Citation of references within the text

- The basic referencing style of literature cited in the text is as follows: Williams (1979) observed, or hectare (Baggio 1997, 1999). A group of references is listed chronologically, e.g. (Wooldridge 1999; Froneman 2001; Brouwer and Griffiths 2004).

- Reference in the text to publications with three or more authors should be given as the senior author et al., e.g. Chong et al. (2003).
- When an author has written more than one work in the same year, use 'a', 'b', etc. to differentiate between the publications, e.g. 2000a, 2000b. An 'a' is appended to the first reference cited in the text, 'b' to the second cited, etc.

Types of Manuscripts Published

The *African Journal of Range & Forage Science* publishes peer reviewed Research Papers, Research Notes, Reviews and Commentaries. Papers are evaluated on the quality and originality of the material and its interest to our reader-ship. Papers are reviewed by two anonymous referees (three in the case of Reviews), who are selected by an Associate Editor. The identity of the author(s) is withheld from reviewers to ensure a fair review process. Final acceptance or rejection rests with the Editor-in-Chief. In addition, the Journal also publishes Letters to the Editor and invited Book Reviews, which are evaluated by the Editor-in-Chief and the Book Reviews Editor, respectively.

Research Papers report original research that is of interest to a wider audience. The research should be contextualised in the relevant theory and test hypotheses that are founded on existing theory and literature. Studies should be based on sound experimental design and analysed using appropriate statistical methods. The conclusions and management implications must be supported by the data. Papers that are descriptive, e.g. which characterise landscape patterns or classify vegetative communities, or work based on quantitative models are also acceptable, provided they are of sufficient general interest. Research papers must be based on sufficient data and be suitably replicated to allow the findings to be extrapolated beyond the immediate area and time frame in which the study was conducted. Where the focus is on comparing yields between different treatments, research papers should be based on a minimum of two seasons' field data. Research papers should not report work that simply followed well-established protocols and report familiar findings without some context that adds novelty (e.g. results for subhumid areas that are different to previous work done in arid areas). There is no length limit on research papers, but they should be concise and contain only as much text, tables and figures as is required to accurately describe the research and convey its findings. For most research papers, this should be less than 6 000 words, excluding the abstract and including the reference list.

Research Notes report on work that is of interest to a wider audience but is more suited to a short communication. This includes the following: interesting preliminary results; novel research based on a small or pseudoreplicated data set; papers reporting on advances in research methodologies; research that is mainly applied and not contextualised in theory; papers reporting descriptive findings or based on routine protocols that provide valuable case studies but lack novelty; or research that is fairly straightforward and can be communicated fully in a short paper. Research Notes should not exceed 3 000 words, excluding the

abstract and including the reference list and have no internal headings. The total number of tables and figures should be limited to no more than three.

Reviews critically evaluate and synthesise existing data and literature. Reviews should go beyond simply summarising the literature and may take forward debates, propose novel theory, highlight issues of public concern or expose important data gaps pertaining to important research questions. Reviews may be invited by the Editor-in-Chief, in which case the published paper is marked as an Invited Review. Invited Reviews are subject to the same peer review process as other reviews. As a general rule, reviews should not exceed 10 000 words, excluding the abstract and including the reference list. Authors may make a case for a longer review paper if the topic and available information warrant it.

Commentaries are short papers that provide well-substantiated viewpoints on issues of interest. Commentaries may critically analyse or explore the policy implications of recent research developments, and may provide alternative viewpoints. Commentaries should be thought-provoking and stimulate debate. Arguments should be substantiated with academic literature and not merely be based on personal opinion. Commentaries should not exceed 3 000 words, excluding the abstract and including the reference list.

Letters to the Editor are short discussions of recently published articles in the *African Journal of Range & Forage Science*. Letters to the Editor are accepted based on their relevance, wider interest, insights and timeliness. Letters should be submitted within six months from the final online publication date of the article under discussion. There is not word limit to Letters to the Editor, but authors are encouraged to keep their communications as concise as possible. The Editor-in-Chief reserves the right to shorten Letters.

Anexo C – Documento comprobatório de envio do manuscrito referente ao 3º Capítulo para a Revista African Journal of Range & Forage Science

21/08/2017

ScholarOne Manuscripts

 African Journal of Range & Forage Science

 Home

 Author

 Review

Submission Confirmation

Thank you for your submission

Submitted to
African Journal of Range & Forage Science

Manuscript ID
TARF-2017-0085

Title
Stages in the form of diet based on spineless cactus and buffelgrass

Authors
Macedo, Alberto
Santos, Edson
Araujo, Gherman
Edvan, Ricardo
Oliveira, Juliana
Perazzo, Alexandre
Sá, Wilma
Pereira, Danilo

Date Submitted
21-Aug-2017

[Author Dashboard](#)

© Thomson Reuters | © ScholarOne, Inc., 2017. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.
ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,855.

 @ScholarOneNews |  System Requirements |  Privacy Statement |  Terms of Use

<https://mc.manuscriptcentral.com/tarf>

Anexo D – Imagens dos ensaios experimentais referentes aos 2º e 3º Capítulos



